



Enrelvamento no olival – Efeito da rega no crescimento vegetativo, na produção e na qualidade do azeite

António de Aragão Cravo Garcia

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Agronómica - Hortofruticultura e Viticultura

Orientador: Professora Doutora Ana Maria da Silva Monteiro

Co-orientadora: Engenheira Maria Dolores Humanes Martín

Júri:

Presidente:

Doutora Cristina Maria Moniz Simões de Oliveira, Professora Associada do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa

Vogais:

Doutor Carlos Manuel Antunes Lopes, Professor Associado do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa

Doutor António Maria dos Santos Ramos, Professor Coordenador da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Castelo Branco

Doutora Ana Maria da Silva Monteiro, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa

Licenciada Maria Dolores Humanes Martín, na qualidade de especialista

Lisboa, 2011

AGRADECIMENTOS

À Professora Doutora Ana Monteiro, orientadora deste trabalho, pela disponibilidade demonstrada desde o primeiro momento para a realização desta dissertação, por todos os conselhos, conhecimentos e motivação que me deu ao longo destes meses.

À Eng.^a Maria Dolores Humanes, co-orientadora, pela ajuda no delineamento da parte experimental e por todo o conhecimento que me transmitiu.

À Rita, por toda a grande ajuda e colaboração ao longo destes nove meses de trabalho. Obrigado por todos aqueles dias que passaste comigo, ao calor, ao frio e à chuva, na recolha dos dados.

À Cooperativa Agrícola de Moura e Barrancos, em especial ao Eng.^o Manuel Fialho, ao Eng.^o João Ribeiro e à Catarina por toda a disponibilidade e apoio dado durante a elaboração deste trabalho.

Ao Paulo Madeira por ter disponibilizado o olival para a realização do ensaio e por toda a informação concedida.

Aos meus pais, por me terem apoiado todos estes anos.

RESUMO

Estudou-se o efeito da rega deficitária (10% ETc) em comparação ao sequeiro, no crescimento vegetativo, produção e qualidade do azeite e vegetação natural, num olival tradicional com enrelvamento na entrelinha, situado na região de Moura, durante a campanha 2010/2011.

A vegetação espontânea presente foi pouco diversificada e a rega não influenciou quer os táxones presentes quer a sua abundância. A maioria das espécies nas duas modalidades era terófitos.

Não se observaram diferenças significativas no crescimento vegetativo entre modalidades. Quanto ao número de frutos, este foi significativamente inferior no sequeiro. Assim, a falta de água pode reduzir significativamente o número de flores por inflorescência e/ou o número de frutos vingados e/ou a densidade de área foliar. Consequentemente, na modalidade de sequeiro, devido à menor competição dos frutos, estes apresentaram maior peso, maior rendimento em azeite e a sua maturação foi mais precoce. No entanto, a produção foi significativamente superior no regadio devido ao maior número de frutos.

A rega não teve influência na composição química do azeite. Em geral, na prova sensorial, os azeites obtidos no sequeiro foram classificados como mais frutados, amargos e picantes. Todavia, nenhum dos tratamentos afectou o valor comercial dos azeites obtidos, ambos “virgem extra”.

Palavras-chave: *Olea europaea*, rega deficitária, composição do azeite, vegetação natural.

ABSTRACT

The effect of deficit irrigation (10% ET_c) on olive tree growth, production, oil quality and natural vegetation from a traditional olive grove, with natural cover crop between rows, in southern Portugal, was assessed during 2010/2011.

The diversity of natural vegetation and the influence of irrigation in the present species were low. The most plant species were annuals.

Significant differences on the vegetative growth between treatments were not found. Nevertheless, the number of fruits was significantly lower in rain-fed conditions. This result demonstrated that water stress could significantly reduce the number of flowers by inflorescence, the fruit set or the canopy area. Consequently, because of the less competition of fruits, it had higher weight, oil yield and its ripeness was more precocious. However, the yield was significantly higher in the irrigation treatment due to the higher number of fruits.

The irrigation had no influence on the chemical characteristics of olive oil. However, sensory olive oils from rain-fed conditions treatment were more fruity, bitter and spicy. Even so, any treatment had negative impact on the commercial value of produced oils, both classified as “extra virgin”.

Key-words: *Olea europaea*, deficit irrigation, olive oil composition, natural vegetation.

EXTENDED ABSTRACT

The main goal of this work was to investigate the effect of deficit irrigation in olive tree (*Olea europea* var. *europeae*) vegetation growth, yield, oil quality and natural vegetation.

The studies were carried out in a low-density mature olive orchard (64 trees ha⁻¹) of the variety 'Verdeal' growing in Moura (38°08'46.91" N, 07°46'14.76" W), "Baixo Alentejo", southern Portugal, in non-tillage conditions.

Two similar plots were selected, one in rain-fed conditions and the other with irrigation, where it was applied 7986 liters per tree in the period May-October, what represented 10% of ETc. Both plots had natural cover crop, since 10 years, between rows, mechanically controlled in spring and summer, and herbicide spring applications on the rows.

Growth parameters evaluated were: vegetative growth, fruit size, ripeness index, yield and oil yield. With respect to the cover crop, the diversity of natural vegetation and the influence of irrigation were negligible. Most plant species were therophytes. The effect of irrigation in vegetative growth was fortnightly examined between August and mid-November, through the measure of 8 branches per tree (2 in which orientation). With respect to the fruit size, it was fortnightly evaluated between August and December through weighing 50 fruits per tree previously selected. The oil yield and the ripeness index begin to be valued in October. Harvest took place on December 23 and, in the course of it, the yield was obtained.

Winter cover crop vegetation in rows and between rows was surveyed, in order to determinate plant species abundance and biological type. Posterior, fruit size, yield, oil yield and cover crop were statistically analyzed.

Significant differences between rain-fed and irrigated conditions were observed for fruit size, crop yield and oil yield. In rain-fed conditions, higher values of fruit size and oil yield were reached, as consequence of less number of fruits that caused less competition and accelerated de maturation process. Water stress could significantly reduce the number of flours by inflorescence, the fruit set or the canopy area. The yield was 50% higher in the irrigated plot. The oil quality was similar in the two treatments. However, in the rain-fed treatment the oils obtained were more fruity, bitter and spicy. Any treatment impacted on the commercial value of produced oils, both classified as "extra virgin".

Key-words: *Olea europaea*, deficit irrigation, olive oil composition, natural vegetation.

ÍNDICE

I.	INTRODUÇÃO	1
II.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
2.1.	O Olival no Mundo, em Portugal e no Alentejo	2
2.2.	O enrelvamento no olival	8
2.2.1.	Objectivos do enrelvamento	9
2.2.2.	Tipos de coberturas	10
2.2.3.	Influência da rega na vegetação	12
2.3.	A rega no olival	13
2.3.1.	Objectivos da rega	13
2.3.2.	Tipos de rega	14
2.3.3.	Gestão da rega	14
2.3.4.	Influência da rega na oliveira	17
2.3.4.1.	Influência da rega na produção	17
2.3.4.2.	Influência da rega no crescimento vegetativo	17
2.4.	O fruto	19
2.4.1.	Botânica, características e composição	19
2.4.2.	Crescimento	19
2.4.2.1.	Influência da rega no crescimento do fruto	20
2.4.3.	Maturação	20
2.4.3.1.	Influência da rega na maturação do fruto	21
2.5.	O azeite	23
2.5.1.	Composição química do azeite	23
2.5.1.1.	Influência da rega na composição química do azeite	24
2.5.2.	Características organolépticas do azeite	25
2.5.2.1.	Influência da rega nas características organolépticas do azeite	26
III.	MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1.	Área de estudo	27
3.2.	Caracterização edafo-climática	27
3.3.	Delineamento, colheita e obtenção dos dados	29
3.4.	Caracterização da vegetação espontânea da linha e entrelinha nas modalidades em estudo	31
3.5.	Efeito da rega no crescimento vegetativo, produção e qualidade do azeite	32
3.6.	Determinação da evapotranspiração máxima da cultura	35

3.7.	Análise estatística dos dados	38
IV.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
4.1.	Evapotranspiração da cultura	39
4.2.	Caracterização da vegetação espontânea do olival	42
4.3.	Crescimento vegetativo	45
4.4.	Produção	47
4.5.	Qualidade do azeite	53
V.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
VI.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1. Escala do coeficiente de abundância e estados fenológicos	31
Quadro 2. Valores médios mensais de ETo, precipitação e número de dias de chuva	35
Quadro 3. Coeficiente de transpiração mensal em 2010, no olival em estudo	40
Quadro 4. Coeficiente de evaporação mensal desde a superfície do solo no ano de 2010, no olival em estudo	40
Quadro 5. Coeficiente de evaporação mensal desde o solo humedecido pelos gotejadores no ano 2010 no olival em estudo	40
Quadro 6. Coeficiente cultural mensal em 2010 no olival em estudo	41
Quadro 7. Evapotranspiração mensal e total no olival regado, em 2010	41
Quadro 8. Abundância média – nº de plantas m ⁻² - (AM), frequência relativa - % - (FR) das espécies inventariadas na entrelinha do olival em sequeiro e em regadio na primavera de 2011	43
Quadro 9. Abundância média – nº de plantas m ⁻² - (AM), frequência relativa - % - (FR) das espécies inventariadas na linha do olival em sequeiro e em regadio na primavera de 2011	44
Quadro 10. Influência da rega no crescimento anual dos ramos segundo a orientação	45
Quadro 11. Influência da rega no crescimento anual dos ramos segundo a data	46
Quadro 12. Influência da rega no crescimento anual dos ramos segundo a modalidade	46
Quadro 13. Influência da rega no peso médio da azeitona, produção e rendimento sobre matéria húmida à data da colheita	52
Quadro 14. Número de frutos por árvore e volume de copa nas duas modalidades	52
Quadro 15. Influência da rega nas características químicas e organolépticas do azeite ao longo do seu período de síntese	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Principais países produtores de azeite em 2008	3
Figura 2 – Distribuição da área de olival em Portugal em 2009	4
Figura 3 – Distribuição regional da superfície de olival para azeite em 1999	4
Figura 4 – Distribuição regional da superfície de olival para azeitona de mesa em 1999	5
Figura 5 – Evolução da produção de azeite em Portugal de 1996-2009	6
Figura 6 - Evolução da produção e consumo de azeite no mundo	7
Figura 7. Gráficos ombrotérmicos relativos aos dados da precipitação e temperatura mensais médias recolhidos na estação Meteorológica dos Lameirões, no período de 2002 a 2010 (esquerda) e no ano de 2010 (direita)	28
Figura 8. Localização da modalidade de sequeiro (A) e de regadio (B) no olival do Monte da Légua	29
Figura 9. Esquema da medição no campo do diâmetro da copa das oliveiras (D) e da altura da respectiva copa (H)	32
Figura 10. Evolução do peso dos frutos ao longo do tempo em sequeiro e em regadio	47
Figura 11. Evolução da maturação dos frutos ao longo do tempo em sequeiro e em regadio	48
Figura 12. Evolução do rendimento sobre matéria húmida ao longo do tempo para as duas modalidades	49
Figura 13. Evolução do rendimento sobre matéria seca ao longo do tempo para as duas modalidades	49
Figura 14. Evolução do teor de humidade nas azeitonas ao longo do tempo para as duas modalidades	49
Figura 15. Influência da carga no peso médio do frutos	50
Figura 16. Influência da carga na produção	51

LISTA DE ABREVIATURAS

- ETc – Evapotranspiração da cultura
- Kt – Água transpirada pela planta
- E – Evaporação da água do solo e gotejadores
- ETo – Evapotranspiração de referência
- Kc – Coeficiente cultural
- Ks – Evaporação da superfície do solo
- Kg – Evaporação da superfície humedecida dos gotejadores
- K₂₃₂ – Absorvência em ultravioleta a 232 nm
- K₂₇₀ – Absorvência em ultravioleta a 270 nm
- s. a. - Substância activa
- D – Diâmetro da copa das oliveiras
- H – Altura da copa das oliveiras
- AM – Abundância média
- FR – Frequência relativa

I. INTRODUÇÃO

A oliveira é uma cultura de grande importância nos países da Bacia Mediterrânica pelo seu valor económico, social e ambiental. Em Portugal, a oliveira apresenta-se como uma das principais culturas e está presente em todas as regiões agrárias do Continente. As principais regiões, em termos de área, são o Alentejo (42%) e Trás-os-Montes (21%) (INE, 2009).

Nos últimos anos a olivicultura tem sido alvo de grandes mudanças, em especial através da adopção de novos compassos de plantação, da implantação de rega, da utilização de novas cultivares e do aparecimento de máquinas de colheita mecânica. Todas estas mudanças são vantajosas para o sector olivícola mas também pressupõem algumas interrogações não só a nível ambiental, devido à intensificação da cultura, como também a nível social e histórico devido à substituição de cultivares autóctones por cultivares originárias de outros países.

Com o clima cada vez mais incerto e a ocorrência de um grande défice hídrico na Primavera e no Verão a implementação de rega nos olivais tornou-se um factor de extrema importância para que os agricultores consigam assegurar as produções e consequentemente tornem o seu olival rentável. Com os novos sistemas de rega e, no caso do Alentejo, com a criação do perímetro de rega de Alqueva, tem sido possível aumentar a área regada e com isso aumentar a produção nacional de azeite. A rega não só aumenta a produção dos olivais como a torna mais estável ao longo dos anos, provocando uma diminuição na alternância característica da oliveira (Ferrer Castiel, 2005).

A erosão do solo provocada pela excessiva mobilização e os riscos ambientais resultantes da excessiva aplicação de herbicidas deve ser combatida com o recurso a coberturas vegetais no olival. Todavia, as exigências produtivas e qualitativas associadas ao olival enrelvado implicam também alterações de outras técnicas culturais, designadamente a rega.

Por sua vez, os consumidores estão cada vez mais preocupados com a alimentação e conscientes de que o azeite pode contribuir para o seu bem-estar. Assim sendo, torna-se essencial que o azeite produzido apresente elevada qualidade e, ao mesmo tempo, exista uma oferta diversificada de azeites.

Os objectivos deste estudo consistiram na avaliação do efeito da rega deficitária de um olival, situado no Alentejo, Moura, na evolução da vegetação natural, no crescimento vegetativo da oliveira, na produção e na qualidade do azeite.

O trabalho divide-se em quatro partes principais: Revisão Bibliográfica, Material e Métodos, Resultados e Discussão e Considerações Finais.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. O Olival no Mundo, em Portugal e no Alentejo

A oliveira - *Olea europaea* L. var. *sativa* - é uma planta lenhosa que pertence à família *Oleaceae*. A espécie, em Portugal, tem duas variedades, a variedade *sativa* (cultivada) e a variedade *sylvestris* (Miller) Lehr., espontânea, nome vulgar zambujeiro (Franco, 1984). Das 600 espécies que constituem a família *Oleaceae*, a oliveira é das poucas com interesse económico e a única aproveitada como frutícola (Rapoport, 2008). É uma espécie xerófita, bem adaptada a condições de sequeiro, devido à sua capacidade de resistir ao deficit hídrico. No entanto, esta resistência depende da fase do ciclo vegetativo em que as árvores se encontram (Pastor Munõz-Cobo, 2005 a). A oliveira está distribuída tanto pelo hemisfério norte como pelo hemisfério sul, entre as latitudes 30° e 45° (Civantos, 2008 b). As zonas de maior difusão da oliveira caracterizam-se por invernos suaves e verões secos e com temperaturas elevadas. Os solos mais apropriados para a oliveira são aqueles em que existe um equilíbrio entre areia, limo e argila. Quanto às propriedades químicas, a oliveira admite uma ampla gama de pH. Há que ter em atenção níveis de pH inferiores a 6,5 e superiores a 8,3, devido a libertação de metais pesados e ao carbonato de cálcio, respectivamente (Tombesi *et al.*, 2007).

A sua origem exacta da oliveira continua a ser um mistério. Segundo alguns autores, o zambujeiro é originário da Síria, do Líbano ou de Israel. Outros acreditam que poderá ser proveniente do Egipto, da Etiópia ou mesmo da Ásia Menor (Gouveia *et al.*, 2002).

Em Portugal, de acordo com Gouveia *et al.* (2002) encontram-se vestígios de um passado muito remoto da família das *Oleaceae*, do género *Olea* L., e nalguns casos da própria oliveira. No entanto, nos primórdios da nação portuguesa, as referências à cultura da oliveira e ao fabrico do azeite são raras, embora apareçam algumas em determinados forais. Só no final do século XIV é que a cultura da oliveira, o consumo corrente e a exportação de azeite ganhou envergadura, se vulgarizou e estabeleceu. Durante o século XIX, o azeite conheceu momentos de mudança e de novos rumos. Nesta época, os azeites virgens e de baixa acidez eram considerados os de maior qualidade. Entre o final do século XIX e princípios do século XX, o património nacional de olival aumentou de 200 000 para 570 000 hectares. Contudo, a partir dos anos sessenta do século XX, a olivicultura portuguesa entrou numa fase de decadência devido à escassez de mão-de-obra, à falta de qualidade do azeite e à concorrência dos óleos de sementes. A partir de 1986, com a entrada de Portugal na Comunidade Europeia, começou a reconverter-se e a modernizar-se o olival nacional. Finalmente, na viragem do século XXI, Portugal começou a dispor de ajudas comunitárias para plantar 30 000 novos hectares de olival e produzir 51 000 toneladas de azeite. A partir

de 2005/2006, Portugal assiste a um acréscimo significativo da área cultivada, devido aos investimentos (particularmente espanhóis) em novos olivais sobretudo intensivos e em sebe. Estas novas plantações, principalmente na zona de influência da Barragem de Alqueva, vieram confirmar as potencialidades edafoclimáticas e socioeconómicas do nosso país em relação a esta cultura, incentivando à modernização e expansão do sector.

A descoberta do continente americano levou a olivicultura a esse continente. Actualmente também se cultiva na África do Sul, na China, no Japão e na Austrália (Civantos, 2008 b).

A nível mundial, cerca de 10 milhões de hectares destinam-se exclusivamente ao cultivo de aproximadamente 1 000 milhões de oliveiras e 98% situa-se na bacia mediterrânica (Civantos, 2008 b). De entre os países mediterrânicos produtores de azeite, destacam-se por ordem decrescente Espanha, Itália, Grécia, Turquia, Tunísia, Síria, Argélia, Portugal, Marrocos e Jordânia (Figura 1).

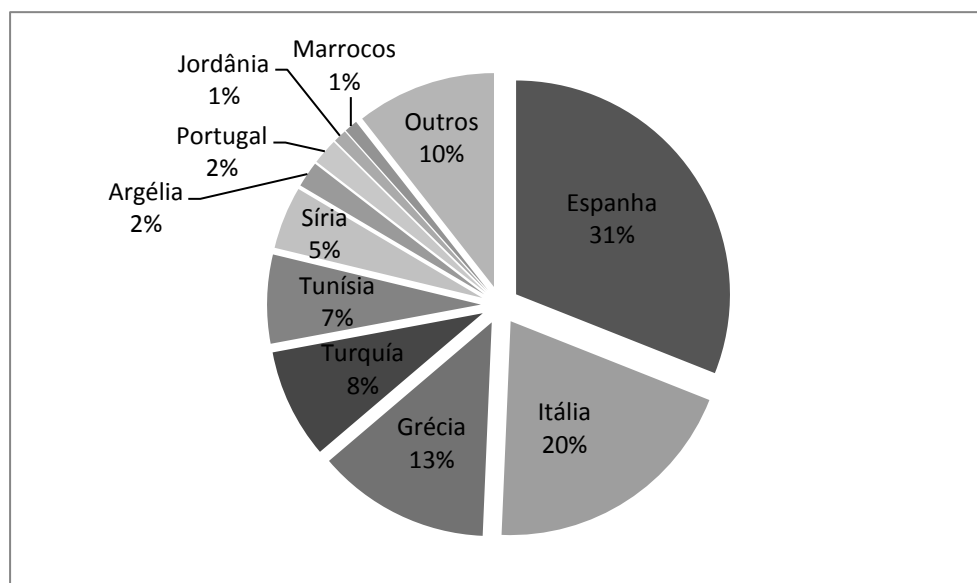


Figura 1. Principais países produtores de azeite em 2008 (Fonte: FAO, 2008).

A cultura da oliveira encontra-se distribuída por todas as regiões agrárias do continente português (Figura 2) e ocupa quase 400 000 hectares. Destacam-se o Alentejo (42%) e Trás-os-Montes (21%) como principais regiões produtoras, com alguma supremacia do Alentejo em termos de área. As regiões da Beira Interior, Ribatejo e Oeste posicionam-se na segunda linha do ranking da produção nacional (GPP, 2007).

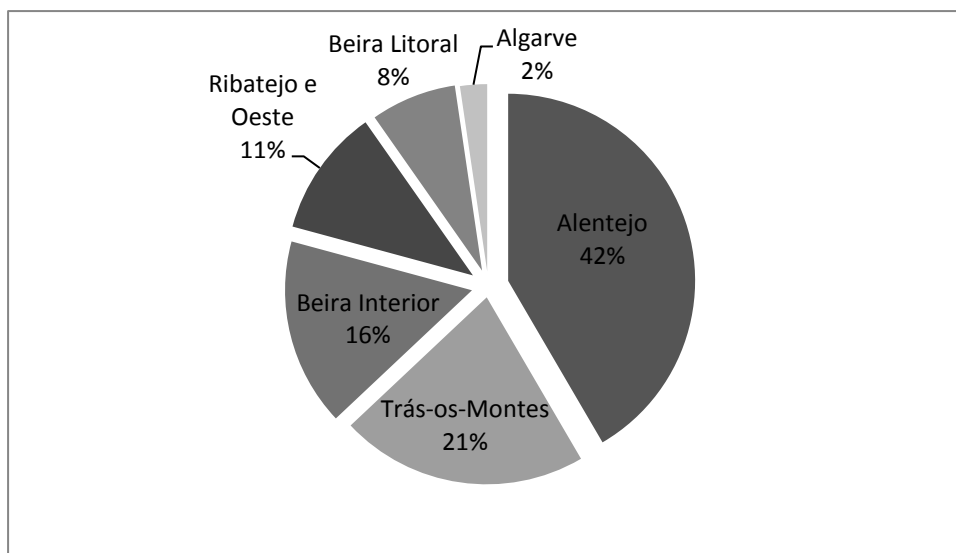


Figura 2. Distribuição da área de olival em Portugal em 2009 (Fonte: INE, 2009).

A vocação dominante do olival português é para a produção de azeite, com cerca de 96% do total de azeitona produzida destinada a azeite e apenas 4% canalizada para a produção de azeitona de mesa. Enquanto no olival para azeite domina o Alentejo (42%), no que se refere ao olival para azeitona de mesa a principal região produtora é Trás-os-Montes (Figura 3 e 4; GPP, 2007). Enquanto que a área destinada O consumo *per capita* de azeite em Portugal no ano de 2009 foi de 6,8 kg/habitante e o de azeitona de mesa de 1,8 kg/habitante (INE, 2009).

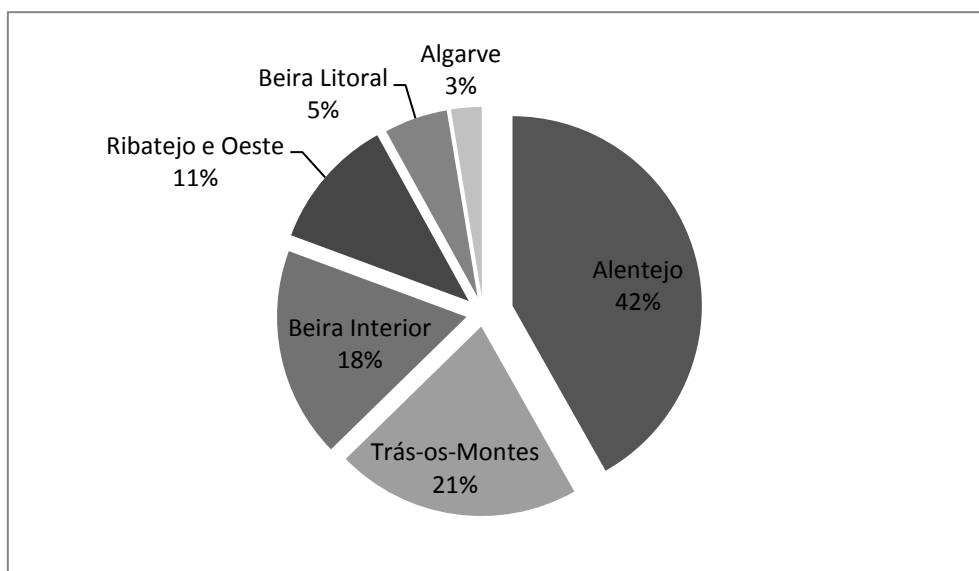


Figura 3. Distribuição regional da superfície de olival para azeite em 1999 (Fonte: GPP, 2007).

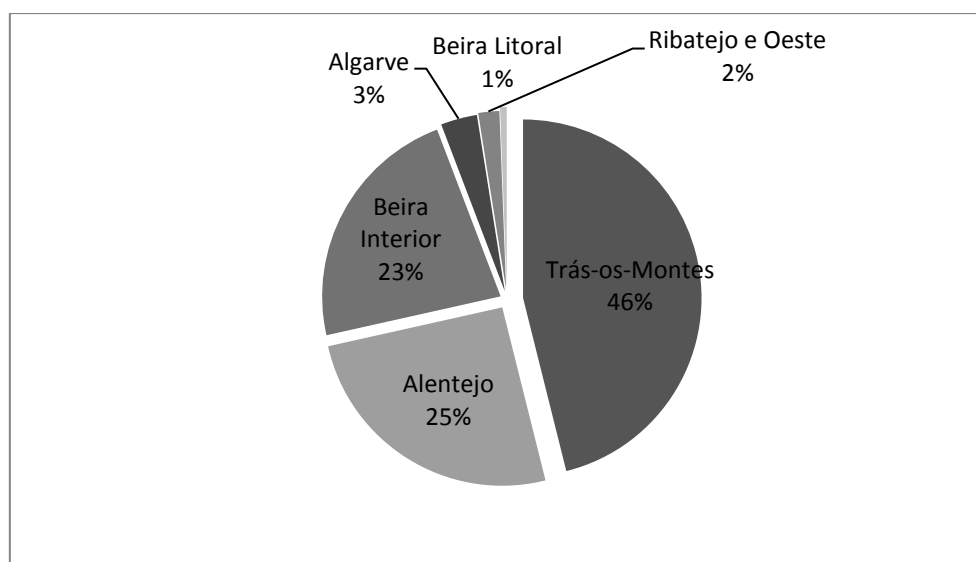


Figura 4. Distribuição regional da superfície de olival para azeitona de mesa em 1999 (Fonte: GPP, 2007).

Em Portugal, tem-se assistido nos últimos anos a uma certa recuperação da produção, após o acentuado decréscimo verificado sobretudo a partir da década de 60 até finais da década de 80, onde passámos de produções da ordem das 90 000 toneladas (anos 50) para valores médios de cerca de 35 000 toneladas, nos anos 80 (Casa do Azeite, 2011). Contudo, na última década, a produção de azeite em Portugal tem sofrido oscilações, embora com uma tendência a aumentar (Figura 5). Essas oscilações, por vezes devidas à safra e contra-safra, tendem a diminuir, devido à entrada em produção dos novos olivais, plantados a partir de 2005. Relativamente ao consumo, verifica-se uma nítida recuperação comparativamente ao início da década de 90, em que o consumo *per capita* se situava em 3,3 kg, atingindo actualmente um valor próximo dos 7,0 kg *per capita*. Este aumento de consumo não será seguramente alheio à “redescoberta” do azeite como produto natural, saudável e com inúmeros benefícios para a saúde humana (Casa do Azeite, 2011).

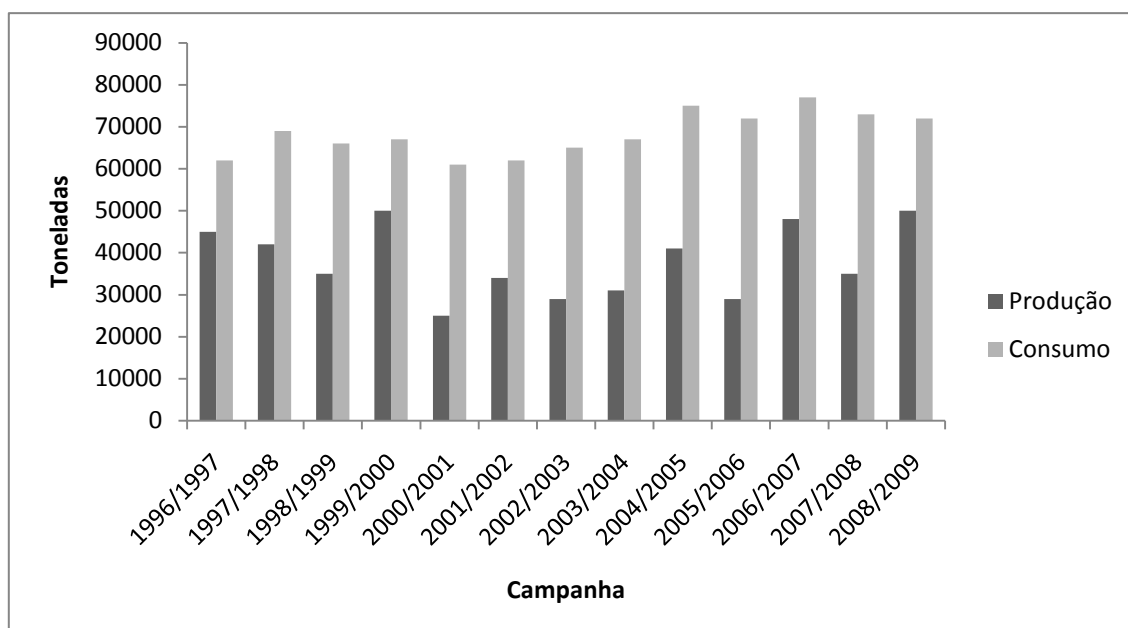


Figura 5. Evolução da produção de azeite em Portugal de 1996-2009 (Fonte: COI, 2009).

As regiões olivícolas portuguesas que beneficiam de denominação de origem são: Trás-os-Montes, Beira Interior, Ribatejo, Norte Alentejano, Moura e Alentejo Interior (Gouveia *et al.*, 2002; GPP, 2007). No Alentejo, o olival tem uma expressão muito significativa. Em 2010, o olival alentejano ocupava uma superfície de 162 834 hectares, existindo a intenção de plantar mais 9 350 hectares. O Baixo Alentejo ocupa a maior área de olival, no qual o concelho de Serpa apresenta a superfície mais alargada (22 435 ha), seguindo-se Moura (18 026 ha) e Beja (10 176 ha) (DRAPAL, 2010).

Nas últimas décadas, a olivicultura, quer nacional quer internacional, sofreu uma série de inovações tecnológicas, tais como a conversão de alguns olivais de sequeiro em regadio e a plantação de novos olivais regados. Estima-se que a área regada está a aumentar três vezes mais que a área não regada. Actualmente, a área de olival regado no mundo constitui cerca de 18% do total da área destinada a esta cultura (Vilar Hernández *et al.*, 2009).

Associado a esta modernização do sector olivícola, ao olival tradicional sucedeu-se o olival intensivo e, por sua vez, a este o olival superintensivo, mais recentemente designado por olival em sebe. Este último ganhou grande importância nas últimas décadas devido ao aumento do consumo mundial de azeite e das ajudas da União Europeia ao sector. Dado que a sua colheita é totalmente mecanizada, o olival em sebe surgiu com o objectivo de diminuir os custos e o tempo associados à colheita da azeitona nos olivais tradicionais e intensivos. Este olival tem ainda outras vantagens, designadamente: entrada precoce em produção, menor alternância, elevadas produções nos primeiros anos e rápido retorno

económico. No entanto, há que ter em consideração que o investimento inicial é muito elevado e que o futuro do olival em sebe é ainda desconhecido.

Apesar do crescente aparecimento dos olivais de alta densidade, o olival tradicional continua a predominar a nível mundial. Dos cerca de 10 milhões de hectares de olival do mundo, 8 milhões são de olival tradicional e marginal, 2,9 milhões de olival intensivo e 90 000 hectares de olival em sebe (Vilar Hernández & Velasco Gámez, 2009). No entanto, com a reconversão dos olivais tradicionais em intensivos e a plantação de novos olivais intensivos e em sebe, a área destinada a esta cultura tem tendência a aumentar provocando um aumento significativo da produção mundial.

Nos últimos dez anos, tanto a produção como o consumo de azeite e de azeitona de mesa a nível mundial aumentou consideravelmente, tanto nos países produtores como nos não produtores (Figura 6). Relativamente ao azeite, a produção média mundial aumentou quase 50% e o consumo 43%. No que concerne à azeitona de mesa, a produção mundial aumentou cerca de 75% e o consumo 67% (Civantos, 2008 b).

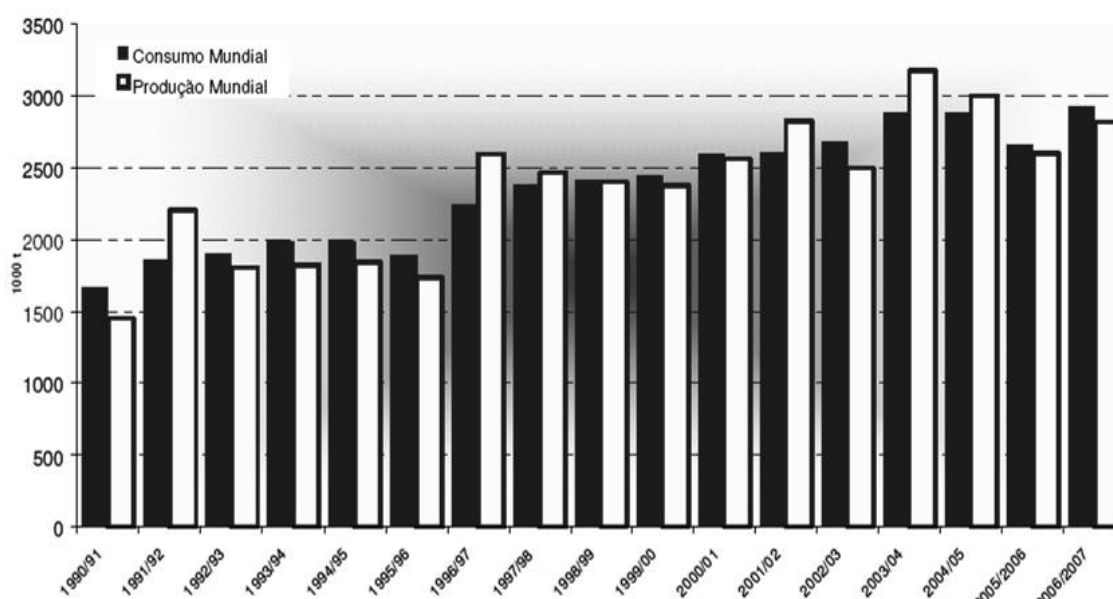


Figura 6. Evolução da produção e consumo de azeite no mundo (Fonte: GPP, 2007).

Por último, dada a evolução actual da olivicultura, prevê-se um aumento que oscila entre 150 000 e 300 000 ha por campanha, o que se traduz num aumento de 35 a 45 milhões de oliveiras por ano (Vilar Hernández & Velasco Gámez, 2009).

O azeite é a principal fonte de gordura da dieta mediterrânica. Apesar do baixo consumo de azeite a nível global, este tem aumentado na maioria dos países desenvolvidos devido ao seu efeito benéfico para a saúde humana, causado pela presença de ácidos gordos monoinsaturados e de componentes com propriedades antioxidantes (Casa do Azeite, 2011).

2.2. O enrelvamento no olival

2.2.1. Objectivos do enrelvamento

Os grandes objectivos do enrelvamento são: proteger o solo da erosão (hídrica e eólica), aumentar a infiltração da água no solo, diminuir a evaporação de água do solo e aumentar biodiversidade do solo (Saavedra & Pastor, 2002; González Fernández *et al.*, 2007).

Tradicionalmente, a gestão dos solos era feita com recurso à mobilização, baseado na ideia que assim se eliminavam as infestantes e ao mesmo tempo se aumentava a reserva de água no solo. Contudo, com o decorrer do tempo e com o aparecimento dos herbicidas, muitos agricultores optaram por recorrer ao seu uso para controlar a vegetação infestante. Em olivais tradicionais, a existência de amplos compassos de plantação e a eliminação da cobertura vegetal herbácea, fazem com que uma importante percentagem de solo se encontre desprotegido e por isso muito susceptível à erosão (Martínez Raya *et al.*, 2007). A forma mais eficaz de combater a erosão é cobrir o solo, e para isso podem aplicar-se coberturas vegetais ou inertes. Estas últimas, pelo seu custo não são economicamente viáveis em culturas extensivas de regadio (Pastor *et al.*, 1997).

A presença de uma cobertura vegetal viva (enrelvamento) dificulta todo o processo de evaporação de água do solo, diminuindo a sua perda. Por um lado, filtra a radiação solar que chega à superfície do solo, diminuindo a energia disponível para a evaporação. Por outro, quando a vegetação que forma o relvado está seca, o vapor de água que se evapora do solo difunde-se com ela, diminuindo o seu fluxo. Outro efeito benéfico das coberturas vegetais é o aumento da infiltração de água porque evita a formação de uma crosta superficial, aumenta o conteúdo do solo em matéria orgânica e, também aumenta a micro e macro porosidade do solo em consequência da decomposição das raízes da vegetação. Por sua vez, o enrelvamento funciona como um travão à velocidade da água e ao efeito do impacto das gotas da chuva na desagregação do solo, diminuindo o escoamento superficial e consequentemente a erosão hídrica (Rodríguez-Lizana *et al.*, 2004). Uma boa gestão do enrelvamento é essencial para que não ocorram problemas de competição pela água e nutrientes, o que poderá provocar uma perda de produção. Este facto é especialmente importante na cultura em regime de sequeiro. Os resultados obtidos, em termos de produção, no controlo do enrelvamento através de monda mecânica num olival de sequeiro são pouco satisfatórios pois alguma vegetação volta a crescer e há ocorrência de uma inversão na flora com a evolução de espécies de porte rasteiro e espécies perenes (Civantos & Torres, 1981; Pastor, 1991).

Ensaio realizados em olivais em Espanha mostraram que a perda de solo com mobilização ou com recurso a herbicida é de 3 ou 8 vezes, respectivamente, superior em relação ao uso de enrelvamento (Martínez Raya *et al.*, 2007; Gomez *et al.*, 2009). De acordo com estudos realizados em Córdoba em anos muito secos, o solo de um olival com enrelvamento de cevada ou ervilhaca manteve-se mais húmido que o solo de um olival em que se aplicou herbicida (Pastor *et al.*, 1997). O mesmo se verificou quando se compararam parcelas com enrelvamento e parcelas mobilizadas (Martínez Raya *et al.*, 2007).

A implementação do enrelvamento tem benefícios notáveis para o ambiente, designadamente: melhoria da estrutura do solo, maior fixação do carbono atmosférico, aumento da fertilidade do solo, do conteúdo em água e um aumento da biodiversidade (Martínez Raya *et al.*, 2007). No ensaio realizado por Gómez *et al.* (2009), na Andaluzia, verificou-se que na parcela com enrelvamento de cevada o teor de matéria orgânica do solo foi de 2% enquanto na parcela com mobilização e não mobilização com aplicação de herbicida foi de 1,4% e 1,0%, respectivamente.

Qualquer tipo de protecção do solo é prática aconselhável. Para além do recurso a enrelvamento, há outras formas de proteger o solo, tais como deixar as folhas caídas debaixo da copa ou incorporar no solo os restos vegetais e de poda, excepto se houver risco de doenças ou pragas (Martínez Raya *et al.*, 2007). A utilização de coberturas no olival pode ser ainda uma forma de combater algumas doenças que afectam a oliveira (González Sánchez *et al.*, 2007) embora em certos casos possa também aumentar a sua ocorrência (Rodríguez *et al.*, 2009).

2.2.2. Tipos de coberturas

As coberturas podem classificar-se segundo os seguintes tipos (Saavedra & Pastor, 2002):

A. Cobertura vegetal viva (enrelvamento):

- i) Cobertura vegetal espontânea (enrelvamento natural)
- ii) Cobertura vegetal semeada (enrelvamento semeado)

B. Cobertura de restos vegetais:

- i) Palha
- ii) Folhas
- iii) Restos de poda

C. Cobertura por inertes:

- i) Pedras
- ii) Materiais diversos

As principais características de um bom enrelvamento são: ter um baixo desenvolvimento em altura, que não dificulte a passagem das máquinas; um rápido crescimento que cubra o solo com celeridade; as raízes devem ser superficiais, para que não explorem o perfil e extraiam água que possa ser aproveitada para o olival; e, não ser hospedeiro de pragas (González Sánchez *et al.*, 2007).

O enrelvamento natural é o mais utilizado. A vegetação espontânea pode ser deixada a crescer sem controlo ou pode ser controlada de forma a seleccionar as espécies que mais interessam. A selecção das espécies é feita através da aplicação de um herbicida selectivo. Neste caso, as espécies mais recomendáveis são as que mais biomassa produzem dentro de uma baixa competição com o olival. A eliminação da vegetação pode ser química recorrendo a herbicidas, mecânica através de um destroçador ou mediante um pastoreio controlado. No caso de utilizar herbicidas no controlo de espécies vegetais espontâneas, deve-se deixar uma faixa central de vegetação de aproximadamente meio metro, para que a cobertura complete o seu ciclo e assim germine no ano seguinte (González Sánchez *et al.*, 2007).

A vantagem do enrelvamento natural, relativamente ao sementeado, reside na economia com a sementeira e na gestão das infestantes. A flora deste tipo de cobertura é muito diversificada o que se traduz numa desvantagem devido aos distintos hábitos de crescimento e diferentes sensibilidades aos herbicidas (González Sánchez *et al.*, 2007). Todavia, é também uma vantagem porque as espécies presentes estão adaptadas ao meio e ajustam naturalmente o seu ciclo de vida às condições climáticas anuais. Quando a parcela não apresenta graves problemas de erosão, pode-se diminuir a largura da franja na entrelinha ou estabelecer-se a cobertura em entrelinhas alternadas, trocando estas zonas em anos sucessivos (Pastor *et al.*, 1997).

O enrelvamento sementeado com gramíneas tem uma gestão idêntica ao caso anterior. É recomendável particularmente em olivais cujos solos têm um alto grau de erosão ou que se encontrem em regime de não mobilização sem cobertura, nestas duas situações o banco de sementes do solo costuma ser pobre em espécies de gramíneas (González Sánchez *et al.*, 2007). Para além disto, muitas gramíneas sementeadas são espécies outono-invernais e que o agricultor conhece (Rodríguez-Lizana *et al.*, 2004).

O enrelvamento sementeado com leguminosas, apesar de ter um alto interesse ambiental, pois há fixação de azoto, fertilizando desta forma a cultura, apresenta uma

gestão difícil, porque, em geral, apresentam crescimento lento e ciclo longo, baixa ou nula produção de sementes devido aos cortes e são difíceis de controlar com herbicidas. No entanto, um controlo químico bem efectuado pode ser muito eficaz, sobretudo em espécies com pouca capacidade de voltarem a crescer (Rodríguez-Lizana *et al.*, 2004; González Sánchez *et al.*, 2007).

O uso de crucíferas no enrelvamento pode trazer grandes vantagens pois são espécies de ciclo invernal, crescimento rápido, produzem muita biomassa, tem uma raiz pivotante que cresce em profundidade descompactando o solo e podem ter um efeito benéfico no controlo de doenças do solo e infestantes (Alcántara & Saavedra, 2005).

É essencial controlar o crescimento das coberturas vegetais vivas devido à competição por água e nutrientes que podem exercer sobre a cultura. Para este fim há duas alternativas: controlo mecânico e químico.

O controlo mecânico efectua-se com um destroçador e deixa os restos vegetais sobre a superfície do solo. É em geral pouco efectivo e não consegue eliminar totalmente a competição da vegetação com o olival, podendo ainda afectar a produção, devido às importantes perdas de humidade do solo que facilita. A utilização de herbicidas, por sua vez, é um método mais eficaz para combater a competição que se estabelece entre a cobertura viva e o olival. No entanto, um problema frequente associado a este tipo de monda é a inversão de flora, pouco tempo depois de se começar a aplicar o herbicida (Rodríguez-Lizana *et al.*, 2004).

A utilização de coberturas mortas, como restos de poda triturados pode criar uma camada de vários centímetros que aumenta a infiltração de água no solo. Os restos de poda também aumentam o teor de matéria orgânica nas camadas superficiais do solo, melhorando assim a estrutura do perfil do solo nos primeiros centímetros e aumentam a concentração de fósforo e potássio nos primeiros centímetros do perfil. Uma alternativa semelhante, também um subproduto do olival, seria a utilização de folhas provenientes da limpeza da azeitona no lagar. Contudo, esta alternativa é pouco viável devido aos custos associados ao seu transporte e distribuição (Rodríguez-Lizana *et al.*, 2004; González Sánchez *et al.*, 2007). No entanto, há que ter em atenção as pragas ou doenças que se podem alojar nos restos de poda e nas folhas e, em caso de forte incidência, eliminá-los.

O recurso a pedras como forma de cobrir o solo não é recomendável em olivais que à partida não disponham de pedras, pois o seu custo é elevado e a sua disponibilidade limitada (com as características ideais). As pedras têm a vantagem de contribuírem para o aumento do teor de água no solo pois aumentam a infiltração da água e diminuem a evapotranspiração (Rodríguez-Lizana *et al.*, 2004).

Não existe uma cobertura ideal, nem uma melhor que outra. Em cada situação devem analisar-se as condições existentes e saber que factor se quer corrigir.

2.2.3. Influência da rega na vegetação

A vegetação natural de um olival é muito variada. A maioria das espécies que se encontram no olival são antófitas, ou seja, plantas com flor, tanto monocotiledóneas como dicotiledóneas. No caso da Andaluzia e do Baixo Alentejo, a maioria destas espécies são terófitos (Saavedra & Pastor, 2002; Pacheco, 2009). A aplicação de rega no olival aumenta a presença e importância de espécies cosmopolitas e alóctonas (Saavedra & Pastor, 2002).

Num olival regado existem duas zonas distintas, uma zona ampla que corresponde à entrelinha e em que não se aplica água e outra zona estreita que se encontra ao longo da linha, onde se aplica a água de rega. Ao longo da linha a população de infestantes vai ser diferenciada pois nas zonas dos gotejadores, em que se formam os bolbos húmidos, vai haver uma maior acumulação de infestantes. Como esta é uma zona húmida e a maioria das vezes há adição de fertilizantes, as infestantes vão emergir com um grande vigor, gerando um problema de competição pela água. Assim sendo, estas zonas vão necessitar de um maior controlo, que pode ser feito através da aplicação de herbicida por pulverização localizada ou a sua incorporação na água de rega.

Nos olivais da Andaluzia, as espécies que mais frequentemente se encontram nestas zonas são: junça (*Cyperus rotundus* L.), grama (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.), caniço (*Phragmites australis*), pepino-de-são-Gregório (*Ecballium elaterium* (L.) A. Richard), sorgo-bravo (*Sorghum halepense*), coriolas (*Convolvulus arvensis* L. e *C. althaeoides* L.) e talha-dente (*Piptatherum miliaceum* (L.) Cosson), entre outras (Pastor Muñoz-Cobo, 2005 b).

2.3. A rega no olival

2.3.1. Objectivos da rega

Desde cedo que a oliveira é considerada uma árvore resistente à seca, crescendo em condições muito limitantes em termos de água, justificando a sua presença em solos marginais e nas zonas mais secas do clima mediterrânico, que não permitem o desenvolvimento de nenhuma outra cultura (Ferreles Castiel, 2005). Esta grande resistência ao stress hídrico deve-se ao facto da oliveira dispor de mecanismos de regulação estomática que lhe permitem diminuir o seu potencial hídrico foliar a valores muito baixos, o que lhe possibilita captar água do solo abaixo do coeficiente de emurchimento (Ferreles Castiel *et al.*, 2005). Segundo Fernandes-Silva *et al.* (2010), os ramos de árvores em regime de sequeiro, em pleno Verão ao meio-dia, atingiram valores de potencial hídrico foliar à volta de -6.6 MPa. Porém a produtividade é bastante afectada pela falta de água.

O clima mediterrânico caracteriza-se por uma distribuição de chuvas muito irregular ao longo do ano, mais abundantes no Outono e Inverno e muito escassas ou nulas na Primavera e Verão. Também existe uma grande variação interanual.

Para fazer frente à limitação de água, o agricultor, em olival de sequeiro, utilizava duas técnicas: amplos compassos de plantação e mobilização do solo. Os grandes compassos de plantação tinham como finalidade o desenvolvimento de um volume de raízes suficiente para cobrir as necessidades em água da cultura. Com a mobilização do solo, o agricultor tentava beneficiar de uma menor competição pela água, reduzindo o consumo de água por parte das plantas espontâneas (Martínez Raya *et al.*, 2007).

Embora a oliveira se tenha cultivado tradicionalmente em sequeiro na maioria das regiões da bacia mediterrânica, a oliveira responde muito favoravelmente à rega, em especial quando esta se faz em momentos críticos ou em anos de baixa precipitação (Pastor *et al.*, 1998). Assim, para poder competir com as produtividades alcançadas pelos novos olivais de cultivares não autóctones, preservando a biodiversidade e as características do azeite local, alguns dos tradicionais olivais de sequeiro foram sendo convertidos em regadio (Ramos & Santos, 2010).

A rega também reduz um dos tradicionais problemas da produção olivícola, a alternância (Ferreles Castiel, 2005). Lavee *et al.* (1990) mostraram que uma rega complementar de 75 mm, após o endurecimento do caroço, duplicou a produção de azeitona e de azeite em oliveiras antigas da cultivar 'Souri', em comparação com condições de sequeiro. Pastor *et al.* (1999) também verificaram um aumento de produção num olival regado quando comparado com outro em condições de sequeiro.

Como sucede habitualmente nos progressos em agricultura, a eliminação de um factor limitante não produz, por si só, o progresso esperado. Assim sendo, no caso da rega, a mudança de um olival de sequeiro para regadio ou a implementação de um novo olival regado, deve ser acompanhada de uma modificação do tamanho da copa das árvores bem como de um programa de fertilização, a fim de otimizar a água de rega aplicada (Ferrer Castiel, 2005).

2.3.2. Tipos de rega

O sistema de rega mais utilizado na cultura da oliveira é o sistema de rega localizada por gota-a-gota. Este sistema é muito eficaz porque com um custo de instalação semelhante ao de outros sistemas, permite obter uma maior eficiência e uniformidade na aplicação de água (Pastor *et al.*, 2005). O sistema de rega gota-a-gota pode ser subterrâneo ou estar instalado à superfície. Os sistemas subterrâneos apresentam uma maior eficiência pois não ocorre perda de água por evaporação, sendo porém a sua manutenção e gestão mais complexa.

Os sistemas de rega de baixa frequência (aspersão ou rega no pé) estão em desuso no olival, já que estes não se adaptam à estrutura da cultura (solos com pendente, grandes elevações desde a fonte de água), nem são compatíveis com o custo real da água. Uma experiência realizada mostrou que com o sistema de rega gota-a-gota se aplicou menos 55% de água em comparação com o sistema por aspersão e se conseguiu um aumento de produção de 8% (Orgaz Rosúa *et al.*, 2005).

2.3.3. Gestão da rega

Sendo a água um recurso cada vez mais escasso e caro é necessário que a sua utilização seja o mais eficiente possível. Assim, para uma gestão eficiente da rega é determinante saber quando e quanto se deve regar. Para tal deve-se determinar a evapotranspiração máxima da cultura (ET_c). Sendo a ET_c o somatório da quantidade de água transpirada pela planta (T) e da que se perde por evaporação desde a superfície do solo e dos gotejadores (E) (Orgaz Rosúa *et al.*, 2005):

$$ET_c = T + E \quad (1)$$

Para alcançar a máxima produção de azeitonas, há que assegurar que o conteúdo de água no solo seja suficiente para que a cultura possa extrair toda a quantidade que se perde para a atmosfera. Para o cálculo das necessidades de água em rega num olival adulto

deve-se aplicar a expressão em que a ET_c se calcula como o produto dos seguintes termos (Doorenbos & Pruitt, 1977):

$$ET_c = ETo \times Kc \quad (2)$$

Sendo ETo a evapotranspiração de referência e Kc o coeficiente cultural.

A evapotranspiração de referência quantifica a quantidade de água evaporada para a atmosfera e corresponde à evapotranspiração de um coberto de gramíneas com uma altura entre 8 a 10 cm que cresce sem limitações de água e nutrientes no solo e sem incidência de pragas ou doenças (Orgaz & Fereres, 2008). Calcula-se a ETo a partir de dados climáticos de uma estação meteorológica próxima da plantação.

Para uma determinada quantidade de água evaporada (ETo), a quantidade perdida por evapotranspiração num olival é a soma de três parâmetros (Orgaz Rosúa *et al.*, 2005):

- a) Transpiração da cultura (Kt), que depende do seu tamanho e da época do ano;
- b) Evaporação desde a superfície do solo (Ks), depende da energia disponível e da humidade;
- c) Evaporação que em rega localizada se produz desde a superfície do solo humedecida pelos gotejadores (Kg) e que depende do seu nível de exposição ao sol, do tamanho dos bolbos e da frequência de regas.

Todos estes factores estão incluídos no coeficiente cultural, tornando este parâmetro bastante variável ao longo do ano.

Um grupo de trabalho do Instituto de Agricultura Sustentável de Córdoba (CSIC) definiu um método para o cálculo da ET_c do olival. Este método divide o coeficiente cultural em três componentes, que correspondem a cada um dos parâmetros acima descritos:

$$Kc = Kt + Ks + Kg \quad (3)$$

Assim sendo a evapotranspiração do olival é definida pela seguinte expressão:

$$ET_c = (Kt + Ks + Kg) \times ETo \quad (4)$$

Com os conhecimentos actuais pode-se afirmar que a evapotranspiração de um olival adulto pode oscilar entre 500 e 900 mm em função da cobertura de solo pela copa e da ETo , que como sabemos tem uma marcada variabilidade geográfica (Girona Gomis *et al.*, 2005).

Quando a precipitação está entre 300 e 500 mm/ano, as necessidades de rega de um olival adulto para a máxima produção oscilam entre 3 000 m³/ha em olival tradicional, até 6 000 m³/ha em olival em sebe (Veja *et al.*, 2009). Segundo Pastor *et al.* (1999), estudos realizados na Andaluzia em olivais tradicionais com elevado volume de copa, demonstraram que as necessidades de rega para máxima produção foram de 350 mm. Pastor *et al.* (1999)

e Gómez-Rico *et al.* (2007) verificaram que olivais de baixa densidade, quando submetidos a rega aumentaram a sua produção, quando comparados com condições de sequeiro. Porém diferentes dotações de rega não tiveram influência na produção.

Como a maioria das vezes o agricultor não tem disponível a quantidade de água necessária para alcançar a máxima produção ou o seu preço é muito elevado, é necessário recorrer a estratégias de rega deficitária. Estas estratégias de rega têm como principal objectivo maximizar o benefício por unidade de água aplicada, evitando que a oliveira sofra um défice hídrico severo e prolongado, o que afectaria a produção de assimilados e consequentemente o crescimento dos frutos. Para tal é imprescindível conhecer o ciclo vegetativo da oliveira e a disponibilidade de água no solo ao longo do ciclo. Na maioria dos casos não é necessário qualquer rega entre o final de Outono e o início da Primavera pois o solo tem capacidade de armazenar a precipitação suficiente para satisfazer as necessidades hídricas da cultura.

Existem três períodos em que não deve ocorrer stress hídrico na oliveira: o período que decorre entre o início do abrolhamento e a floração, o período entre o início de crescimento do fruto e o endurecimento do caroço e durante a maturação da azeitona (Setembro a Dezembro). No primeiro período é importante que esteja disponível água suficiente para que o vingamento dos frutos não seja afectado pela má qualidade das flores. No segundo período produz-se uma importante queda fisiológica de frutos que pode ser reduzida caso a árvore não se encontre em stress hídrico. Durante a maturação do fruto, altura em que se dá uma importante acumulação de azeite na polpa da azeitona, também é importante que a planta tenha água disponível no solo para que ocorra um bom desenvolvimento dos frutos e a árvore possa acumular reservas necessárias para a produção do ano seguinte (Girona Gomis *et al.*, 2005).

A aplicação de rega em olivais intensivos e de alta densidade pode provocar um excessivo crescimento das árvores afectando a produção e dificultando a colheita. Através de uma diminuição nas dotações de rega é possível controlar esse crescimento excessivo, com baixa ou nula perda de produção (Lavee *et al.*, 2007). Esse facto foi verificado por Grattan *et al.* (2006) num olival de alta densidade onde o crescimento dos ramos diminuiu 75% no caso de ser regado apenas com 30% da ETc. Podas severas que diminuem o volume de copa ou de um modo apreciável a quantidade de folhas, reduzem a eficiência da água aplicada (Pastor *et al.*, 1998).

Na maioria das culturas não se tem em consideração, para efeitos de programação da rega, a quantidade de água armazenada no solo durante o período chuvoso. Apesar disso, nas condições mediterrânicas é recomendável tomar em consideração essa reserva

de água, já que esta cobre uma fracção muito importante das necessidades da oliveira (50-65%). A água armazenada no solo durante a estação húmida poderá consumir-se como complemento à rega ao longo da estação seca. Assim, é recomendável programar a sua utilização a fim de minimizar o volume de água por hectare, o que permitirá poupar água e baixar os custos de instalação (Pastor *et al.*, 1998).

2.3.4. Influência da rega na oliveira

2.3.4.1. Influência da rega na produção

A oliveira é uma espécie onde o factor alternância da produção tem forte incidência. Desta forma diz-se que há anos de safra (quando as produções são maiores) e anos de contra-safra (quando as produções são menores). Em olivais de baixa densidade, estas diferenças de produção podem ser de 50% (Moriani *et al.*, 2007), ou mesmo chegar a 90% (Ramos & Santos, 2010). A rega pode atenuar as diferenças de produção provocadas pela alternância, como se verificou no trabalho desenvolvido por Ramos & Santos (2010), na região de Moura, na cultivar ‘Cordovil’, nos anos de 2006 e 2007, onde as árvores sujeitas a menores regimes hídricos tiveram maior perda de produção no ano de descarga.

De acordo com Patumi *et al.* (2002), a produção avaliada em árvores da cultivar ‘Kalamata’ foi positivamente afectada pela rega, sendo que volumes de rega na ordem dos 66% da ETc mostraram um aumento significativo da produção, comparativamente a volumes de 0 e 33% da ETc. No entanto, ao aplicar 100% da ETc, o olival em causa apresentou valores de produção equivalentes aos obtidos para 66% da ETc e só reagiu à aplicação de 33% da ETc em anos muito secos. Igualmente, Gómez-Rico *et al.* (2007) num estudo num olival tradicional da cultivar ‘Cornicabra’ realizado em Ciudad Real, constataram que a produção de árvores em sequeiro foi 35% inferior à de árvores em diferentes regimes de regadio (rega deficitária, 100% da ETc e 125% da ETc), entre os quais não encontraram diferenças significativas.

2.3.4.2. Influência da rega no crescimento vegetativo da oliveira

O crescimento dos ramos foi muito afectado pela produção presente na árvore, já que numa oliveira adulta em carga os frutos irão consumir grande parte dos assimilados que a planta sintetiza, reduzindo-se, portanto, o crescimento vegetativo em comparação com uma oliveira em descarga. Em anos de descarga as árvores podem mostrar um crescimento contínuo mas irregular desde Abril até ao final de Outubro (Pastor Muñoz-Cobo, 2005 a).

Em regadio, além de um maior crescimento dos ramos, produz-se um maior número de ramos, pelo que as árvores acabam por ter maior vigor do que em sequeiro, adquirindo maior capacidade produtiva. Por esta razão, as árvores regadas são capazes de produzir maior número de inflorescências, e consequentemente um maior número de frutos vingados por oliveira, sendo esta a primeira base para explicar a maior produção em regadio (Pastor Muñoz-Cobo, 2005 a).

No trabalho desenvolvido por Girona *et al.* (2002) concluiu-se que o máximo crescimento vegetativo ocorre para valores de rega superiores aos necessários para atingir a máxima produção. No entanto, hoje em dia sabe-se que o crescimento vegetativo se pode e deve controlar através da optimização da rega, a fim de se obterem maiores produções.

Palese *et al.* (2010) verificaram que num olival intensivo de sequeiro no ano de 1997 a redução do crescimento dos ramos anuais foi de 81%, em relação ao mesmo olival em regadio. O mesmo já tinha sido observado por outros autores (Grattan *et al.*, 2006; Greven *et al.*, 2009; Iniesta *et al.*, 2009). No ano de 1999, no estudo de Palese *et al.* (2010) a redução no crescimento dos ramos anuais foi apenas de 17%. Esta diferença deveu-se ao facto de na Primavera e Verão do ano de 1999 o solo ter armazenado uma maior quantidade de água. No mesmo estudo foi possível verificar que a evolução do crescimento era distinta entre modalidades. No caso das árvores de sequeiro o crescimento dos ramos terminou quando começou a ocorrer o endurecimento do caroço, enquanto nas árvores de regadio houve apenas uma interrupção nessa fase voltando a verificar-se um ligeiro crescimento posteriormente. Vários autores constataram que regimes hídricos mais deficitários provocaram menor crescimento dos ramos e consequentemente menores volumes de copa, quando comparado com árvores regadas em conforto hídrico (Tognetti *et al.*, 2006; Iniesta *et al.*, 2009; Correa-Tedesco *et al.*, 2010). Uma maior aplicação de água também faz aumentar o diâmetro dos troncos das árvores (Tognetti *et al.*, 2006; Fernandes-Silva *et al.*, 2010).

2.4. O fruto

2.4.1. Botânica, características e composição

A azeitona é uma drupa de forma elipsoidal e globulosa e tamanho variável, conforme a cultivar, que normalmente tem apenas uma semente. No fruto podem-se distinguir três tecidos: o endocarpo, o mesocarpo e o exocarpo. O endocarpo e o mesocarpo formam o pericarpo (Rapoport, 2008).

O endocarpo ou caroço é a porção interna e lenhificada do fruto que contém e protege a semente. O mesocarpo ou polpa é a parte carnuda da azeitona. É o tecido com maior interesse económico porque é onde se acumula o azeite e é a parte comestível da azeitona de mesa. Finalmente, o exocarpo ou epicarpo é o tecido superficial que serve de envolvimento (Rapoport, 2008).

Em frutos completamente desenvolvidos, a polpa representa cerca de 70-90%, a epiderme 2-2,5%, o caroço entre 9-27% e a semente aproximadamente 2-3% do peso total do fruto. No entanto, estes valores são muito susceptíveis de variações, em função da cultivar, do estado de maturação, da carga da árvore e de outros factores (Civantos *et al.*, 1992; Beltrán *et al.*, 2008).

Os componentes quantitativamente importantes na composição da polpa são água, azeite, açúcares, proteínas e polifenóis. Por sua vez, a semente tem um elevado teor de hidratos de carbono e proteínas. Por último, o caroço é fundamentalmente formado por celulose (Beltrán *et al.*, 2008). A composição da azeitona pode variar segundo a cultivar, o ambiente, entre outros factores (Kiritsakis, 1992).

A água é a componente mais abundante na azeitona. Na polpa a água representa 50-60% do seu peso total e na semente 20-30%. O azeite também se encontra muito presente nestes tecidos, e há uma relação inversa entre ele e a água (Kiritsakis, 1992; Beltrán *et al.*, 2008).

2.4.2. Crescimento

Um mês depois do vingamento do fruto, podem identificar-se claramente o exocarpo, o mesocarpo e o endocarpo (Tombesi, 1994). Durante esta primeira fase de crescimento rápido, o fruto aumenta de tamanho através de processos de divisão e expansão celular. Esta fase termina 7-9 semanas depois da floração com o endurecimento do caroço (Rallo & Cuevas, 2008).

A segunda fase caracteriza-se por um escasso e lento crescimento da azeitona e o caroço alcança o seu tamanho definitivo (Beltrán *et al.*, 2008).

Finalmente, durante a terceira e última fase de crescimento, o fruto adquire o seu tamanho final. É nesta fase que acontece o maior crescimento dos frutos, devido ao aumento de volume das células e aos processos de síntese e acumulação de azeite na polpa (Tombesi, 1994).

2.4.2.1. Influência da rega no crescimento do fruto

No mesmo meio produtivo o mesocarpo de frutos de regadio é maior que o de frutos produzidos em sequeiro (Pastor Muñoz-Cobo, 2005 a). Para um determinado número de frutos vingados por oliveira, a aplicação de água é capaz de aumentar o tamanho médio da azeitona e por conseguinte a sua produção (Pastor Muñoz-Cobo, 2005 a).

Embora em qualquer momento do ciclo anual se deva evitar que a oliveira sofra um défice hídrico durante largos períodos de tempo, parece que o Verão é a época do ano com menor sensibilidade ao défice. No Verão e depois do endurecimento do caroço, pode reduzir-se a dose de rega (aplicar entre 50-60% da ETc) sem que chegue a afectar-se a produção, mas nunca se deve interromper a rega, a não ser que se possa afirmar que a reserva de água no solo é suficiente para manter um estado hídrico aceitável (Pastor Muñoz-Cobo, 2005 a).

Palese *et al.* (2010) não verificaram diferenças significativas no peso dos frutos entre árvores regadas e não regadas. Correa-Tedesco (2010) observou o mesmo em árvores sujeitas a diferentes regimes hídricos, concluindo que as diferenças significativas na produção se deviam ao diferente número de frutos por árvore. Nos trabalhos realizados por Gómez-Rico *et al.* (2007) e Iniesta *et al.* (2009), verificou-se que regimes de rega com menor aplicação de água provocaram uma ligeira diminuição no tamanho das azeitonas bem como na relação polpa/caroço. Por sua vez, Gómez-Rico *et al.* (2007) observaram que os frutos provenientes de sequeiro apresentaram menor teor em água.

2.4.3. Maturação

A maturação na oliveira define-se como o conjunto de modificações relativas à dureza, cor, teor de açúcares e ácidos orgânicos e factores gustativos que tornam a azeitona comestível (Beltrán *et al.*, 2008). A duração do período de maturação é variável, segundo as condições ambientais, carga da árvore e cultivar (Humanes *et al.*, 1980).

A maturação óptima da azeitona implica os máximos valores de peso fresco, de teor em azeite sobre matéria seca, de matéria seca e de peso de azeite por azeitona, entre outros. A acumulação de azeite na polpa da azeitona é máxima pouco antes de a azeitona passar de verde a verde amarelada. A partir deste momento e durante o restante período de maturação, a azeitona vai perdendo humidade e a velocidade de formação de azeite diminui de forma progressiva, até que se detém quando a azeitona se torna totalmente negra (Hermoso *et al.*, 1997).

A maturação está muito associada à coloração das azeitonas. A maturação inicia-se com a diminuição da clorofila e aumento do teor de antocianinas na azeitona, traduzindo-se numa passagem da cor verde a violeta. No final da maturação, com a oxidação dos compostos fenólicos a azeitona adquire a cor negra (López-Villalta, 2009). Para estudar a evolução da maturação, Ferreira (1979) estabeleceu um índice de maturação, classificando a cor da epiderme da azeitona em oito classes. A acumulação máxima de azeite dá-se quando o índice de maturação proposto tem um valor próximo de 3,5. Contudo, a coloração das azeitonas e a formação de azeite são dois processos que coincidem no tempo mas que não têm relação directa, pois a cor é consequência da biossíntese das antocianinas, não dependente bioquimicamente da formação de azeite (López-Villalta, 2009).

Na segunda metade do século XX era habitual prolongar a colheita até à data em que todas as azeitonas se encontravam pretas, porém a maioria das azeitonas já se encontravam sobre maduras. Nesta altura valorizava-se o alto rendimento das azeitonas. A tendência actual é colher quando o fruto ainda não se encontra maduro, com o objectivo de se obterem azeites de maior qualidade pois é nesta fase que o azeite apresenta melhor valor do atributo frutado. Uma colheita demasiado tardia também pode afectar a produção do ano seguinte pois a acumulação de reservas na árvore vai ser menor (López-Villalta, 2009).

Otonos secos e grandes colheitas fazem com que a relação polpa/caroço seja menor, traduzindo-se num menor valor de rendimento em azeite sobre matéria seca. No caso de árvores afectadas pela seca, os valores do rendimento sobre matéria seca poderão estar à volta de 40% (López-Villalta, 2009).

2.4.3.1. Influência da rega na maturação do fruto

O período de maturação da azeitona, que se inicia com a sua mudança de cor, é um momento muito crítico para a oliveira, em que as necessidades de água são máximas (Pastor Muñoz-Cobo, 2005 a). É muito importante que durante o período de maturação as árvores apresentem um estado hídrico adequado, para que além do enchimento do fruto se

possam acumular reservas para o ano seguinte (Pastor Muñoz-Cobo, 2005 a). A escassez de água faz diminuir ou não permite a acumulação de azeite (López-Villalta, 2009).

O efeito da rega na quantidade de azeite produzido por árvore mostra valores muito diferentes em diversos trabalhos já realizados. O trabalho realizado por Silvestri *et al.* (1999) mostrou que nos dois primeiros anos do seu trabalho as azeitonas de árvores de sequeiro continham um maior rendimento em azeite enquanto no terceiro ano foram as azeitonas de árvores em regadio a ter um maior rendimento. Noutros estudos observou-se que maiores volumes de rega induziram azeitonas com menor conteúdo em azeite (Grattan *et al.*, 2006; Iniesta *et al.*, 2009). Outros autores não encontraram diferenças significativas de rendimento em árvores regadas e em sequeiro (Patumi *et al.*, 2002; Gómez-Rico *et al.*, 2007).

Segundo Ramos & Santos (2010), o índice de maturação tende a diminuir com o aumento da aplicação de água, ou seja, as azeitonas provenientes de sequeiro ou de regas deficitárias amadurecem mais cedo do que as de regadio. No entanto, Gómez-Rico *et al.* (2007) observaram uma tendência oposta. Por sua vez, Iniesta *et al.* (2009) observaram a mesma tendência que Gómez-Rico *et al.* (2007) em dois dos três anos do seu estudo e o contrário no outro ano. Assim, não se pode concluir qual a influência da rega na maturação dos frutos, uma vez que esta depende de diversos factores.

2.5. O azeite

2.5.1. Composição química do azeite

Os dois grandes componentes químicos que constituem o azeite são os componentes maiores e os componentes menores. Os componentes maiores têm cerca de 99% do seu peso e os componentes menores aproximadamente 1% do seu peso (Civantos, 2008 a).

Os componentes maiores são formados maioritariamente por glicéridos (mais de 90%) e por ácidos gordos livres, dos quais há que destacar o ácido palmítico, o ácido oleico e os ácidos linoleico e linolénico. Por sua vez, os componentes menores são os responsáveis pela cor, cheiro, sabor e grande parte das propriedades saudáveis do azeite. De entre estes compostos destacam-se: esqualeno, esteróis, álcoois, ceras, carotenos, tocoferóis, polifenóis, clorofilas e outros pigmentos e componentes aromáticos (Civantos, 2008 a).

Actualmente, valorizam-se muito alguns componentes menores devido às suas propriedades benéficas sobre a saúde. De entre os componentes menores, os polifenóis são os que merecem mais atenção pois são os responsáveis pelo amargor e pela estabilidade oxidativa do azeite (Uceda *et al.*, 2008).

A nível de classificação química do azeite, determinam-se três parâmetros: o grau de acidez, o índice de peróxidos e a absorvância em ultravioleta.

O grau de acidez determina a quantidade de ácidos gordos livres presentes num azeite, expresso em % de ácido oleico. A sua presença é considerada uma anomalia resultante, entre outros factores, de um mau estado dos frutos, mau tratamento ou má conservação dos mesmos. Assim sendo, uma azeitona sã na árvore tem 0% de acidez e num azeite, valores próximos a 0,1% indicam um perfeito estado da azeitona e uma manipulação correcta dos frutos (Jiménez Herrera & Carpio Dueña, 2008).

O índice de peróxidos determina o estado de oxidação inicial de um azeite antes que se aprecie o cheiro e sabor a ranço. Os peróxidos são os primeiros produtos resultantes da oxidação que sofrem as gorduras ao contactar com o ar (Jiménez Herrera & Carpio Dueña, 2008).

A absorvância em ultravioleta (K) é medida em dois comprimentos de onda distintos: 232 nm e 270 nm. K_{232} indica, tal como o índice de peróxidos, a oxidação inicial de um azeite e K_{270} detecta um estado oxidativo mais avançado (Jiménez Herrera & Carpio Dueña, 2008).

2.5.1.1. Influência da rega na composição química do azeite

Numa olivicultura moderna e competitiva, um agricultor não pode ter apenas como objectivo a máxima produção, tem que ter também em conta a qualidade do azeite pois os consumidores são cada vez mais exigentes.

Os factores que em maior medida afectam a composição química e as características organolépticas dos azeites são: a cultivar, a época de colheita, o meio (solo e clima) e as técnicas de cultivo como a rega (Hidalgo *et al.*, 2008 a).

Sabe-se que a rega aumenta a quantidade de azeite produzido por oliveira, efeito mais marcado nos anos de baixa pluviosidade (Pastor Muñoz-Cobo *et al.*, 2005; Hidalgo *et al.*, 2008 a). Em anos de elevada precipitação, o rendimento em azeite não é influenciado pela rega (Hidalgo *et al.*, 2008 b).

Muitos dos trabalhos realizados mostram que a rega pode afectar a composição química e as características organolépticas dos azeites produzidos (Salas *et al.*, 1997; Girona, 2001; Patumi *et al.*, 2002; Gómez-Rico *et al.*, 2007).

Gómez-Rico *et al.* (2007) e Hidalgo *et al.* (2008 a) confirmaram que, em geral, a rega não tem influência sobre a acidez do fruto, como já havia sido mostrado por outros autores (Dettori & Russo, 1993; Tovar *et al.*, 2002; Gucci *et al.*, 2004; Berenguer *et al.*, 2006). Por sua vez esta é mais afectada por problemas fitossanitários, pelo método de colheita e pelo processamento da azeitona no lagar (Hidalgo *et al.*, 2008 a).

Os valores de K_{270} , apresentam normalmente poucas diferenças entre diferentes tratamentos de rega e sequeiro (Hidalgo *et al.*, 2008 a). No entanto, Gómez-Rico *et al.* (2007) encontraram diferenças significativas para ambos os valores de K_{270} e K_{232} , nas diferentes modalidades. Estes índices foram sempre maiores nos azeites provenientes de sequeiro ou de menores dotações de rega e inferiores nos azeites das árvores às quais se aplicou mais água. Segundo Hidalgo *et al.* (2008 a), em alguns anos obtiveram-se valores anormalmente elevados de índice de peróxidos para diferentes tratamentos (diferentes dotações de rega e sequeiro). Contudo, em todos os casos estudados, o índice de peróxidos apresentou valores dentro dos limites regulamentados para que o azeite fosse considerado virgem extra. Não há um padrão claro que relacione a aplicação de rega com o índice de peróxidos, sendo em ocasiões mais elevado nos azeites que provêm de regadio (Ismail *et al.*, 1999) e outras nos provenientes de sequeiro (Gucci *et al.*, 2004). Em vários trabalhos realizados, os valores mais elevados do índice de peróxidos, verificaram-se para tratamentos extremos (rega para a máxima produção e sequeiro) (Tovar *et al.*, 2002; Berenguer *et al.*, 2006).

De acordo com Patumi *et al.* (2002), Gómez-Rico *et al.* (2007) e Palese *et al.* (2010) tanto o azeite proveniente de árvores regadas como o proveniente de árvores de sequeiro foi classificado em virgem extra. No entanto, no ensaio de Palese *et al.* (2010), no primeiro ano do ensaio o azeite obtido de árvores não regadas mostrou valores de acidez mais baixos e valores do índice de peróxidos e absorvâncias mais elevados. No segundo ano do estudo já não foi possível verificar a influência do regime hídrico. Greven *et al.* (2009) também não observaram diferenças significativas nas propriedades químicas de azeites provenientes de árvores regadas e de sequeiro. Patumi *et al.* (2002) concluíram que a concentração em compostos fenólicos tanto no fruto como no azeite se viu negativamente afectada por volumes de rega iguais e superiores a 66% da ETc. De igual forma, Gómez-Rico *et al.* (2007) observaram que a concentração em polifenóis totais do azeite diminuiu significativamente, à medida que aumentou a quantidade de água aplicada.

Durante o período de crescimento das azeitonas a rega deve ser gerida de forma a não existirem aumentos drásticos no conteúdo de água do fruto, já que uma súbita acumulação de água pode ser responsável pela formação de emulsões durante o processo industrial, o que dificulta a separação da água e do azeite durante a centrifugação (Berenguer *et al.*, 2006; Grattan *et al.*, 2006). Pelo contrário, com baixos conteúdos de humidade no fruto, o que pode acontecer em anos secos, a adição de maior volume de água de rega durante a campanha, traduz-se num aumento da humidade do fruto e pode melhorar a extracção de azeite, melhorando o comportamento da azeitona durante o processo industrial (Pastor Muñoz-Cobo *et al.*, 2005).

2.5.2. Características organolépticas do azeite

O azeite é um sumo de fruta e como tal é muito rico em odores e sabores. São os componentes menores os responsáveis por estas sensações. Destacam-se os polifenóis, responsáveis pelo amargo e pelo picante e os voláteis pelo frutado (Gouveia, 2011). Estes são essencialmente os três atributos positivos do azeite. O frutado define-se como um conjunto de sensações olfactivas características do azeite, dependentes da cultivar, procedentes de frutos sãos e frescos, verdes ou maduros; o amargo define-se como o sabor característico do azeite obtido de azeitonas verdes ou em estado pintor; o picante é uma sensação táctil característica dos azeites de início de campanha, de azeitonas verdes (Jiménez Herrera & Carpio Dueña, 2008).

No entanto, no azeite virgem extra podem estar presentes bastantes mais sensações olfactivas, gustativas e tácteis positivas (Jiménez Herrera & Carpio Dueña, 2008):

- A. Sensações olfactivas: alcachofra, amêndoa, camomila, cítricos, eucalipto, flores, frutado maduro, frutado verde, frutos do bosque, frutos exóticos, erva, ervas aromáticas, folha de figueira, folha de oliveira, maçã, noz, pimenta verde, pimento, pinhão, tomate, baunilha, verde, etc.
- B. Sensações gustativas: amargo, doce.
- C. Sensações tácteis: fluidez, picante.

Relativamente aos atributos negativos considerados defeitos, os mais comuns são: tulha, borras, mofo/humidade, avinhado, metálico, ranço e queimado (Jiménez Herrera & Carpio Dueña, 2008).

2.5.1.2. Influência da rega nas características organolépticas do azeite

Numa análise sensorial feita aos azeites obtidos num estudo realizado num olival da cultivar ‘Picual’ em Jaén, todos os provadores conseguiram distinguir os azeites provenientes de regadio e de sequeiro, sendo os últimos bastante mais amargos, frutados e picantes. De entre os provadores, 77% conseguiu identificar os azeites produzidos de árvores regadas com dotação equivalente à evapotranspiração máxima de árvores com dotações baixas (120 e 80 L/dia) (Hidalgo *et al.*, 2008 a).

Um estudo realizado em Itália com a cultivar ‘Kalamata’ mostrou que os azeites provenientes de árvores em regadio foram classificados como menos picantes (25%) e menos amargos (40%) que os de árvores em sequeiro. O atributo frutado foi idêntico para os dois tipos de azeite (Patumi *et al.*, 2002). Outro estudo realizado em Espanha com a cultivar ‘Cornicabra’ permitiu observar que para maiores dotações de rega, houve um ligeiro decréscimo nas intensidades dos três atributos positivos, principalmente a nível do amargo (Gómez-Rico *et al.*, 2007).

O facto da rega, no geral, originar azeites menos amargos e picantes pode trazer algumas vantagens a nível dos consumidores, principalmente se o destino desse azeite for os novos mercados, como o Brasil ou EUA. Os consumidores desses países preferem azeites mais doces e menos amargos e picantes. É o caso do azeite da cultivar ‘Cornicabra’ cujo atributo amargo se atenua bastante quando as árvores são regadas (Gómez-Rico *et al.*, 2007).

III. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

O estudo decorreu no olival do Monte da Léguas que se situa na freguesia de Pias, concelho de Serpa, distrito de Beja. O olival encontra-se abrangido pela área correspondente à denominação de origem protegida “Azeite de Moura”. As coordenadas do local são: latitude 38°08'46.91” N e longitude 07°46'14.76” W. Os ensaios foram implantados num olival tradicional, de 90 hectares, com cerca de 70 anos e um compasso de plantação de 12,5 x 12,5 m.

3.2. Caracterização edafo-climática

O solo da parcela em estudo apresenta textura argilosa, pH entre 7,3-7,9 e 1,2% de matéria orgânica.

A região de Moura tem um clima mediterrâneo como se pode verificar pela análise dos gráficos ombrométricos da região de Moura (Figura 7), elaborados de acordo com a metodologia proposta por Rivas-Martínez (2007). Nos gráficos distinguem-se as duas estações características deste tipo de clima. A estação quente coincide com os meses de menor precipitação entre Junho e Setembro e nos meses mais chuvosos, registam-se também as temperaturas mais baixas.

De acordo com os dados da estação meteorológica dos Lameirões, situada na região de Moura, a precipitação anual de 2010 foi de 738 mm (SAGRA net, 2011). Todavia, a média da precipitação anual, no período 1970 a 2000, da região foi de 580 mm (Santos *et al.*, 2007). Em 2010, no período em que decorreu a rega - 20 de Maio a 7 de Outubro - a precipitação foi de 53 mm, tendo ocorrido 40 mm em apenas dois dias. A temperatura média anual foi de 15,8 °C (SAGRA net, 2011).

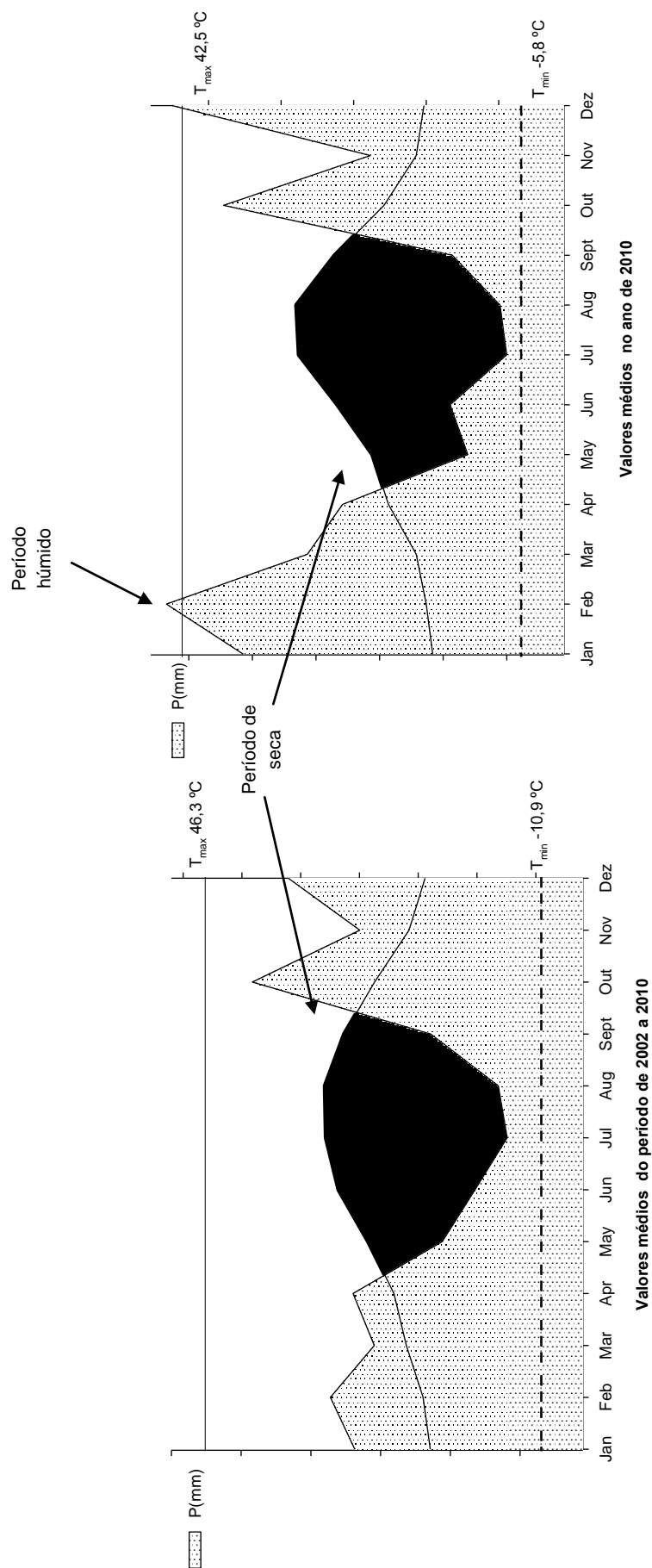


Figura 7. Gráficos ombrotérmicos relativos aos dados da precipitação e temperatura mensais recolhidos na estação Meteorológica dos Lameirões, no período de 2002 a 2010 (esquerda) e no ano de 2010 (direita).

3.3. Delineamento, colheita e obtenção dos dados

No olival procedeu-se à marcação aleatória de dois talhões, com a cultivar ‘Verdeal’, com e sem rega (Figura 8). Cada talhão compreendia 8 linhas com 8 árvores por linha por modalidade. O talhão em regime de sequeiro estava exposto no sentido E-O e o de regadio N-S. A cultivar ‘Verdeal’ é uma das três cultivares presentes nos azeites com denominação de origem protegida “Azeite de Moura”.

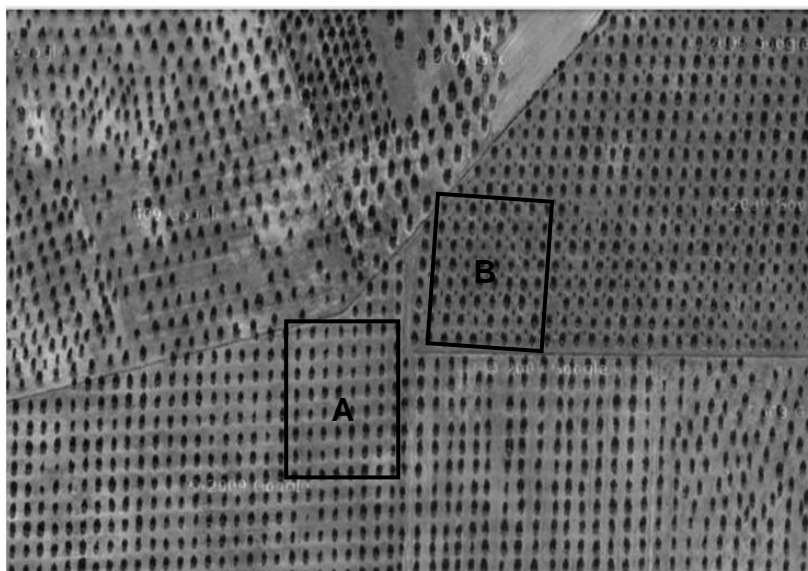


Figura 8. Localização da modalidade de sequeiro (A) e de regadio (B) no olival do Monte da Légua.

No talhão irrigado foi utilizado o sistema de microrrega com um tubo com gotejadores colocado na superfície do solo. O sistema de rega neste talhão foi instalado há cinco anos. Cada árvore dispunha de 6 gotejadores que debitavam 2,2 L/h cada. A rega iniciou-se a 20 de Maio e terminou a 7 de Outubro de 2010, a cada dois dias, com uma duração de cinco horas por rega de Maio até Junho e de dez horas de Julho até 7 de Outubro. Isto traduziu-se numa dotação total por árvore de 7986 litros. Este volume de água representa 10% da ETc, como se verá mais adiante, no capítulo dos resultados.

A gestão do solo foi a mesma nos dois talhões, enrelvamento natural na entrelinha e aplicação de herbicida na linha (faixa com 2 m de largura). Na linha foram realizadas duas aplicações da mistura glifosato + oxifluorfena (GLIFOFENA[®]), na dose de 800+120 g s.a./ha, um volume de calda de 600 L/ha, à pressão de 3 bars. As aplicações foram feitas com um pulverizador de barra no início de Abril e fim de Maio de 2010. A vegetação na entrelinha foi controlada através de uma passagem com destroçador na Primavera e de uma passagem com pneus no início do Verão, mas para tapar as fendas do solo uma vez que a vegetação natural estava seca.

Quanto à adubação em ambos os talhões foram efectuadas adubações foliares com ureia e nitrato de potássio, cada fertilizante na concentração de 1,5 kg/100 L/ha em Março, Abril, Junho e Setembro. Em Março foi realizada uma ligeira poda, onde apenas se retiraram os ramos secos. Os resíduos da poda foram deixados no solo e triturados pela passagem do destróador durante o corte da vegetação natural na Primavera.

O efeito da rega, comparativamente à modalidade de sequeiro, foi avaliado nos seguintes parâmetros produtivos e qualitativos:

- **Crescimento vegetativo**
- **Produção**
 - i) **Peso médio dos frutos**
 - ii) **Rendimento em azeite**
 - iii) **Índice de maturação**
 - iv) **Produção final**
 - v) **Carga das árvores**
- **Qualidade do azeite**

Complementarmente, procedeu-se também à caracterização da vegetação espontânea de Inverno-primavera, na linha e entrelinha, nas duas modalidades em estudo.

3.4. Caracterização da vegetação espontânea da linha e entrelinha nas modalidades em estudo

O levantamento da vegetação natural da linha e entrelinha foi efectuado mensalmente durante todo o período de rega. Todavia nesse período – Maio a Outubro – a vegetação estava seca na entrelinha e na linha pois aplicou-se herbicida no fim de Maio. Só após as primeiras chuvas outonais é que se verificou o aparecimento da vegetação natural. Esta constatação determinou que se fizesse apenas uma amostragem da flora de Inverno-primavera. Assim, em 11 de Fevereiro de 2011 procedeu-se ao levantamento da vegetação espontânea nas duas modalidades, sequeiro e regadio, na linha e entrelinha.

Foram realizados 12 levantamentos por modalidade (6 na linha e 6 na entrelinha). O método utilizado para o levantamento florístico foi o de volta ao campo (Maillet, 1981), registando-se o coeficiente de abundância e o estado fenológico das espécies presentes, segundo a escala de Barralis (1976) (Quadro 1).

As plantas recolhidas foram etiquetadas com o número do respectivo inventário. Posteriormente, foram levadas para o Herbário João de Carvalho e Vasconcellos, do Instituto Superior de Agronomia (ISA), onde foram identificadas recorrendo-se à seguinte bibliografia: Nova Flora de Portugal Volumes I, II (Franco, 1971 e 1984) e Volume III (Franco & Afonso, 1994, 1998 e 2003); Flora Vascular de Andalucía Volumes 1, 2 e 3 (Valdés *et al.*, 1987); Flora Ibérica Volumes I, II, III, IV (Castroviejo *et al.*, 1986, 1990 e 1993); Flora Europaea Volumes I a V (Tutin *et al.*, 1964-1980) e alguns manuais de identificação como o de Moreira *et al.* (2000), Portugal *et al.* (2000), Vasconcelos *et al.* (2000), Vasconcellos (2000) e Espírito-Santo & Monteiro (1998). Sempre que necessário, procedeu-se à comparação com exemplares existentes no Herbário João de Carvalho e Vasconcellos, do ISA (LISI).

Quadro 1. Escala do coeficiente de abundância e estados fenológicos (Barralis, 1976).

Classes	Nº de indivíduos/m ²	Valor médio Nº de indivíduos m ⁻²	Estado fenológico
1	menos de 1 indivíduo	= 0,5	plântula (1 a 6 folhas)
2	de 1 a 2 indivíduos	= 1,5	roseta ou afilhamento
3	de 3 a 20 indivíduos	= 11,5	crescimento máximo
4	de 21 a 50 indivíduos	= 35,5	Floração
5	mais de 50 indivíduos	= 35,5	maturação do fruto

Os diferentes *taxa*, espécie, subespécie e variedade, foram então ordenados por ordem alfabética, fazendo-se acompanhar pelo classificador ou classificadores e pelo tipo fisionómico, seguindo a classificação de Raunkjaer apresentada por Vasconcellos (1969).

3.5. Efeito da rega no crescimento vegetativo, produção e qualidade do azeite

O **efeito da rega no crescimento vegetativo** foi averiguado em 36 árvores (as duas linhas da bordadura foram descartadas), nas quais se marcaram 8 ramos por árvore, dois por cada ponto cardeal, N, S, E e O, a uma altura aproximada de 1,5 m, num total de 288 ramos por modalidade e por data. Realizaram-se oito medições quinzenais, entre 30 de Julho e 19 de Novembro. O instrumento de medição utilizado foi uma régua.

No dia 11 de Fevereiro de 2011, data anterior à poda, foi feita a medição da altura e diâmetro das árvores para determinação do volume de copa, de acordo com o esquema da Figura 9, com o objectivo de a relacionar com a produção e determinar a ETc.

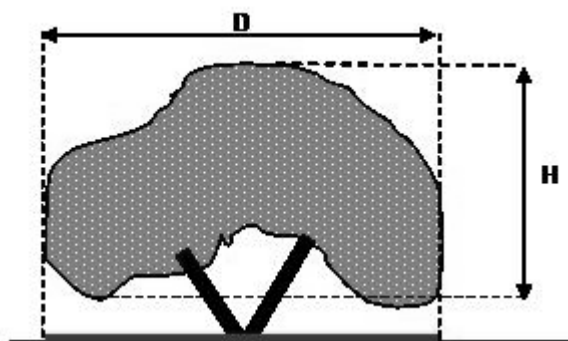


Figura 9. Esquema da medição no campo do diâmetro da copa das oliveiras (D) e da altura da respectiva copa (H).

$$\text{Volume de copa (m}^3\text{)} = \frac{1}{6} \pi \times D^2 \times H \quad (\text{Orgaz Rosúa et al., 2005})$$

O **efeito da rega na produção** foi determinado a partir dos seguintes parâmetros:

i) Peso médio dos frutos

Seleccionaram-se aleatoriamente 2 árvores por linha. Entre 30 de Julho e 23 de Dezembro de 2010, quinzenalmente, foi retirado em cada árvore uma amostra de 50 frutos, em toda a copa até uma altura de 2 metros. Posteriormente procedeu-se à pesagem das amostras.

ii) Rendimento em azeite

A partir de 8 de Outubro, também quinzenalmente, de 4 árvores às quais não se retiraram frutos para avaliação de peso, recolheram-se 20 frutos por árvore para determinação do rendimento por linha. Os frutos eram triturados e a pasta resultante era homogeneizada. De seguida, procedia-se à secagem de 30 g da pasta obtida numa estufa a 105 °C, durante 24 horas. Uma vez arrefecida, determinava-se o peso seco de cada amostra. Finalmente, o rendimento sobre matéria húmida determinou-se mediante um analisador de ressonância magnética nuclear.

iii) Índice de maturação

Foi determinado de acordo com o método proposto por Ferreira (1979), que relaciona a pigmentação da epiderme das azeitonas com o seu estado de maturação. Foram utilizados 100 frutos da amostra total recolhida para o rendimento e classificados segundo as seguintes classes:

Classe 0: epiderme verde intenso.

Classe 1: epiderme verde amarelado.

Classe 2: epiderme verde com manchas avermelhadas em menos de metade do fruto. Início do pintor.

Classe 3: epiderme avermelhada ou roxa em mais de metade do fruto. Final do pintor.

Classe 4: epiderme negra e polpa branca.

Classe 5: epiderme negra e polpa roxa sem chegar a metade do fruto.

Classe 6: epiderme negra e polpa roxa sem chegar ao caroço.

Classe 7: epiderme negra e polpa roxa totalmente até ao caroço.

Sendo A, B, C, D, E, F, G, H, o número de frutos das classes: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, respectivamente, o índice de maturação obtém-se pela fórmula:

$$\text{Índice de maturação} = \frac{A \times 0 + B \times 1 + C \times 2 + D \times 3 + E \times 4 + F \times 5 + G \times 6 + H \times 7}{100}$$

iv) Produção final

A colheita foi realizada no dia 23 de Dezembro de 2010, com um vibrador de tronco, que deixava cair as azeitonas sobre malhas colocadas por baixo da copa das árvores. Posteriormente, um grupo de trabalhadores repassou as árvores com varas e vibradores de

ramos com o objectivo de deixar a menor quantidade de frutos nas mesmas. A azeitona foi colocada em caixas de plástico que se pesaram com uma balança de tipo romana, obtendo-se os dados da produção por árvore.

v) Carga das árvores

A carga (número de frutos/árvore) foi estimada com base na relação entre a produção final e o peso médio dos frutos por árvore, à colheita. O peso médio dos frutos foi estimado a partir do peso de 50 frutos retirados ao acaso na copa por árvore.

O **efeito da rega na qualidade do azeite** foi determinado quinzenalmente, entre 15 de Novembro e 23 de Dezembro de 2010. Extraiu-se azeite das azeitonas de todas as árvores em estudo para posterior análise química e sensorial. Como é uma amostra destrutiva, que implica a colheita de muitos frutos de forma a obter 250 ml de azeite por amostra e devido aos custos analíticos, para cada data obteve-se apenas uma amostra de sequeiro e outra de regadio.

A extracção do azeite fez-se através do método de extracção laboratorial Abencor. As azeitonas que tinham sido utilizadas para o cálculo do peso médio, foram moídas e adicionadas à pasta que tinha sobrado da determinação do rendimento. Depois de homogeneizada, a pasta foi colocada nos copos do Abencor e bateu durante 20 minutos a 25°C. Decorrido esse tempo, foi adicionada água quente até perfazer o volume do copo e a pasta bateu durante mais 15 minutos. Uma vez terminada de bater, a amostra centrifugou-se durante 1 minuto e recolheu-se a parte líquida numa proveta, que se deixou decantar durante cerca de 45-60 minutos. Posteriormente, recolheu-se o azeite resultante da decantação e filtrou-se. Este guardou-se em frascos escuros de 250 ml, no frigorífico.

A análise química e organoléptica dos azeites foi efectuada no Laboratório de Estudos Técnicos, do Instituto Superior de Agronomia, tendo sido determinados os seguintes parâmetros: índice de peróxidos, ácidos gordos livres (acidez) e absorvâncias. Foram utilizados os métodos de determinação definidos e descritos no Regulamento (UE) Nº 2568/91 da Comissão de 11 de Julho de 1991 e subsequentes alterações.

3.6. Determinação da evapotranspiração máxima da cultura (ET_c)

A evapotranspiração máxima da cultura foi determinada através do método desenvolvido pelo Instituto de Agricultura Sustentável de Córdoba e descrito em Orgaz Rosúa *et al.* (2005), de forma a avaliar a quantidade aplicada à cultura.

No Quadro 2 apresentam-se os valores de ET_o, precipitação e número de dias de chuva, necessários aos cálculos, tendo sido utilizados os dados da estação meteorológica dos Lameirões.

Quadro 2. Valores médios mensais de ET_o, precipitação e número de dias de chuva (Dados meteorológicos da estação dos Lameirões do ano 2010)

Mês	ET _o (mm/dia)	ET _o (mm/mês)	Precipitação (mm)	Dias de chuva/mês
Janeiro	0,84	26,1	103,75	22
Fevereiro	1,25	34,9	133,78	23
Março	1,97	61,1	78,37	16
Abril	3,21	96,3	64,52	9
Maio	4,38	135,7	15,3	5
Junho	5,18	155,5	22,24	5
Julho	6,49	201,1	0	0
Agosto	5,45	168,8	2,65	1
Setembro	3,88	116,3	21,39	1
Outubro	2,18	67,7	111,33	8
Novembro	1,14	34,3	53,61	13
Dezembro	0,86	26,7	131,46	20

Procedimento para o cálculo do coeficiente cultural (K_c):

Dados de entrada

Da cultura:

- Densidade de plantação: **dp**
- Diâmetro da copa: **D**
- Altura da copa: **H**

Do clima:

- Evapotranspiração de referência: **ET_o** (mm/dia)
- Número mensal de dias de chuva: **n** (dias/mês)

Do sistema de rega:

- Número de gotejadores por árvore: **ng**
- Diâmetro médio do solo humedecido por cada gotejador: **Dg**
- Intervalo entre regas: **i**

Cálculos intermédios

Volume de copa por árvore:

$$V_0 (\text{m}^3/\text{árvore}) = \frac{1}{6} \pi \times D^2 \times H \quad (5)$$

Volume de copa por unidade de superfície de solo:

$$Vu (\text{m}^3/\text{m}^2) = V_0 \times \frac{dp}{10.000} \quad (6)$$

Fracção de solo coberto pela superfície de solo coberto pelo olival:

$$CS (\text{fracção}) = \frac{\pi \times D^2}{4} \times \frac{dp}{10.000} \quad (7)$$

Densidade de área foliar (m^2 de folha/ m^3 de copa):

$$LAD (\text{m}^2/\text{m}^3) = 2 - \frac{V_0 - 20}{100} \quad (8)$$

Coeficiente de extinção da radiação:

$$Kr = 0.52 + 0.00079 \times dp - 0.76 \times e^{-1.25 \cdot LAD} \quad (9)$$

Fracção de radiação interceptada pela copa das árvores:

$$Qd = 1 - e^{-Kr \times Vu} \quad (10)$$

Frequência mensal de chuvas:

$$F = n / n^{\circ} \text{ dias do mês} \quad (11)$$

Fracção de solo humedecido pelos gotejadores:

- Durante a campanha da rega

$$fw = \frac{\pi \times D_g^2}{4} \times \frac{n_g \times dp}{10.000} \quad (12)$$

- Fora da campanha da rega:

$$fw = 0$$

Cálculo dos coeficientes mensais da cultura

Coeficiente de transpiração, calculado mensalmente através da expressão:

$$K_t = Q_d \times F_1 \times F_2 \quad (13)$$

Os coeficientes F1 e F2 são obtidos da seguinte forma:

F₁ = 0.72 para densidades de plantação (**dp**) inferiores a 250 árvores/ha

F₁ = 0.66 para densidades de plantação superiores 250 árvores/ha.

F2 toma os seguintes valores mensais:

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
F ₂	0,7	0,75	0,8	0,9	1,05	1,25	1,25	1,2	1,1	1,2	1,1	0,7

Coeficiente de evaporação desde a superfície do solo, calculado mensalmente através da expressão:

$$K_s = \left[0,28 - 0,18 \times CS - 0,03 \times ET_o + \frac{3,8 \times F \times (1 - F)}{ET_o} \right] \times (1 - fw) \quad (14)$$

Mas os valores de **K_s** mensais devem ser sempre superiores a um valor mínimo:

$$K_{s \min} = 0,3 / ET_o \quad (15)$$

Coeficiente de evaporação desde o solo humedecido pelos gotejadores (bolbos), calculado mensalmente através da expressão:

$$K_g = \frac{1,4 \times e^{-1,6 \times Q_d} + (4,0 \times \frac{\sqrt{i-1}}{ET_o})}{i} \times fw \quad (16)$$

Finalmente **o coeficiente cultural** resulta de: $K_c = K_t + K_s + K_g$ (17)

Para determinar a **evapotranspiração da cultura** aplica-se a seguinte expressão:

$$ET_c = ET_o \times K_c \quad (18)$$

3.7. Análise estatística dos dados

Os dados relativos ao **crecimento e produção** foram tratados estatisticamente através da análise de variância a um factor, ANOVA, com um nível de significância de 5%. Efectuou-se a análise dos dados de acordo com os procedimentos da GML, recorrendo ao programa estatístico SAS® (SAS Institute, Cary, NC, E.U.A.). Os dados referentes à **qualidade do azeite**, pelo facto de se tratar apenas de uma amostra por data, não foram sujeitos a ANOVA. Procedeu-se à análise gráfica em função da evolução ao longo do tempo.

Nos dados da **vegetação natural** procedeu-se ao estudo da frequência das espécies, o que constitui um suporte na determinação da nocividade das principais infestantes das culturas. De modo a avaliar a sua importância relativa, em que, foram calculados os seguintes coeficientes (Barralis, 1976):

Abundância média: n° plantas m^{-2}

$$AM = (0,5 n_1 + 1,5 n_2 + 11,5 n_3 + 35,5 n_4 + 75,5 n_5) / n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5 \quad (19)$$

com n_1, n_2, n_3, n_4, n_5 , – n° de inventários nos quais foi atribuído à espécie o coeficiente de abundância de 1, 2, 3, 4 e 5 respectivamente (Quadro 1).

Frequência relativa

$$FR = 100 \cdot (n - a) / n \quad (20)$$

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Evapotranspiração da cultura

Durante o período de rega (final de Maio e início de Outubro) foram efectuadas 71 regas totalizando 7986 litros por árvore, ou seja, cerca de 51 mm.

O cálculo da evapotranspiração máxima da cultura (ET_c) foi determinado através do método desenvolvido pelo Instituto de Agricultura Sustentável de Córdoba, descrito anteriormente, no capítulo relativo a Materiais e métodos. De seguida apresentam-se os resultados desse cálculo, passo a passo.

Cálculo do coeficiente cultural (K_c):

Dados de entrada

Da cultura:

- Densidade de plantação: **dp** = 64 árvores/ha
- Diâmetro da copa: **D** = 5,3 m
- Altura da copa: **H** = 2,9 m

Do clima:

- Evapotranspiração de referência: **E_{to}** (mm/dia) – Dados no Quadro 2.
- Número mensal de dias de chuva: **n** (dias/mês) – Dados no Quadro 2.

Do sistema de rega:

- Número de gotejadores por árvore: **ng** = 6 gotejadores/árvore
- Diâmetro médio do solo humedecido por cada gotejador: **Dg** = 0,8 m
- Intervalo entre regas: **i** = 2 dias

Cálculo dos coeficientes mensais da cultura

Coeficiente de transpiração, calculado mensalmente através da expressão (13) e ilustrado no Quadro 3.

Quadro 3. Coeficiente de transpiração mensal em 2010, no olival em estudo.

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Qd	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
F1	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
F2	0,70	0,75	0,80	0,90	1,05	1,25	1,25	1,20	1,10	1,20	1,10	0,70
Kt	0,07	0,07	0,08	0,09	0,10	0,12	0,12	0,12	0,11	0,12	0,11	0,07

Coeficiente de evaporação desde a superfície do solo, calculado mensalmente através da expressão (14) e ilustrado no Quadro 4.

Quadro 4. Coeficiente de evaporação mensal desde a superfície do solo no ano de 2010, no olival em estudo.

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Cs	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
Eto	0,84	1,25	1,97	3,21	4,38	5,18	6,49	5,45	3,88	2,18	1,14	0,86
F	0,71	0,82	0,52	0,30	0,16	0,17	0,00	0,03	0,03	0,26	0,43	0,65
fw	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,00	0,00
Ks	1,16	0,67	0,68	0,41	0,24	0,20	0,06	0,11	0,17	0,51	1,04	1,23
Ks min	0,36	0,24	0,15	0,09	0,07	0,06	0,05	0,06	0,08	0,14	0,26	0,35

Coeficiente de evaporação desde o solo humedecido pelos gotejadores (bolbos), calculado mensalmente através da expressão (16) e ilustrado no Quadro 5.

Quadro 5. Coeficiente de evaporação mensal desde o solo humedecido pelos gotejadores no ano 2010 no olival em estudo.

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Eto	0,84	1,25	1,97	3,21	4,38	5,18	6,49	5,45	3,88	2,18	1,14	0,86
Qd	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
I	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
fw	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,00	0,00
Kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	0,00	0,00

O coeficiente cultural mensal resulta da expressão (17) e está ilustrado no Quadro

6.

Quadro 6. Coeficiente cultural mensal em 2010 no olival em estudo.

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Kc	1,23	0,74	0,75	0,49	0,37	0,35	0,21	0,26	0,31	0,68	1,14	1,30

A ETc determinou-se através da expressão (18) e está referida no Quadro 7:

Quadro 7. Evapotranspiração mensal e total no olival regado, em 2010.

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Etc (mm/mês)	32,0	25,9	46,1	47,6	50,2	54,3	41,8	43,2	35,7	45,8	39,1	34,7	496,4

A evapotranspiração máxima da cultura determinada foi de 496 mm. Como tal a rega executada é considerada uma rega deficitária visto que apenas cobriu 10% da água evapotranspirada. Os valores de Kc determinados apresentam valores elevados nos meses de Inverno visto que o número de dias com precipitação foi muito elevado.

4.2. Caracterização da vegetação espontânea do olival

Tal como se pode observar nos Quadros 8 e 9, não foram observadas diferenças no elenco florístico nas duas modalidades, quer na linha quer na entrelinha. A diversidade de florística foi baixa, cerca de 20 táxones em qualquer das modalidades, apesar do olival já se encontrar enrelvado há 10 anos. Os terófitos eram os tipos fisionómicos dominantes (76%).

A baixa diversidade e a dominância de terófitos pode ser explicada pelo longo quente e seco período estival (Figura 7). As plantas apenas no estado de semente resistem às altas temperaturas e à carência hídrica. Embora na linha, na modalidade de regadio, o solo tenha maior teor de água no Verão e fosse expectável uma maior diversidade e abundância, pelo facto de se proceder à aplicação de herbicidas, mistura dum foliar sistémico total com residual, no início e fim da Primavera, a germinação de sementes e o abrolhamento de outros propágulos parece ser afectada. Contrariamente ao observado por Pastor Muñoz-Cobo (2005 b) em olivais da Andaluzia, onde as espécies mais frequentemente foram as vivazes (junça (*Cyperus rotundus* L.), grama (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.), caniço (*Phragmites australis*), sorgo-bravo (*Sorghum halepense*), corriola (*Convolvulus arvensis* L. e talha-dente (*Piptatherum miliaceum* (L.) Cosson), entre outras. Todavia, a quantidade de água utilizada na rega – 10% da ETc – pode ser insuficiente para permitir a instalação das rizomatosas e bolbosas.

O domínio de terófitos foi também observado por Pacheco (2009) em olivais intensivos no Baixo Alentejo.

O solo também é pobre em espécies da família das gramíneas e das leguminosas, tendo sido identificadas apenas três espécies em cada uma das famílias.

A espécie *Chamaemelum fuscatum* (Brot.) Vasc., na modalidade de regadio, tanto na linha como na entrelinha, apresenta um valor de abundância média bastante elevado. Na modalidade de sequeiro a espécie com maior abundância média foi o *Plantago lagopus*

Quadro 8. Abundância média – nº de plantas m⁻² - (AM), frequência relativa - % - (FR) das espécies inventariadas na entrelinha do olival em sequeiro e em regadio na primavera de 2011.

Tipo	Nome científico	SEQUEIRO		REGADIO	
		AM	FR	AM	FR
Terófito	<i>Anchusa undulata</i> L. spp. <i>undulata</i>	0,7	100,0	0,6	50,0
Terófito	<i>Avena sterilis</i> L.	3,5	83,3	3,6	100,0
Terófito	<i>Bromus hordeaceus</i> L. ssp. <i>Hordeaceus</i>	2,7	100,0	3,8	100,0
Terófito	<i>Calendula arvensis</i> L.	2,6	66,7	3,1	100,0
Terófito	<i>Chamaemelum fuscum</i> (Brot.) Vasc.	3,5	100,0	11,2	100,0
Hemicriptófito	<i>Chicorium intybus</i> L.	5,6	100,0	2,1	100,0
Hemicriptófito	<i>Chondrilla juncea</i> L.	1,2	100,0	0,5	100,0
Terófito	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	1,7	83,3	0,5	50,0
Hemicriptófito	<i>Daucus carota</i> L. ssp. <i>maritimus</i> (Lam) Batt.	0,6	66,7	0,5	50,0
Terófito	<i>Erodium malacoides</i> (L.) L'Hér.	0,5	50,0	0,5	50,0
Terófito	<i>Galium aparine</i> L.	0,6	83,3	0,5	66,7
Terófito	<i>Geranium dissectum</i> L.	0,5	16,7	-	-
Terófito	<i>Lolium rigidum</i> Gaudin	3,1	100,0	6,7	100,0
Terófito	<i>Medicago polymorpha</i> L.	7,5	100,0	1,9	100,0
Hemicriptófito	<i>Plantago lagopus</i> L.	11,8	100,0	7,5	100,0
Hemicriptófito	<i>Scolymus hispanicus</i> L.	0,5	16,7	-	-
Terófito	<i>Scorpiurus muricatus</i> L.	3,5	66,7	3,1	100,0
Terófito	<i>Senecio vulgaris</i> L.	0,7	100,0	0,5	50,0
Terófito	<i>Sinapsis arvensis</i> L.	0,7	66,7	0,6	83,3
Terófito	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	0,6	83,3	0,7	50,0
Terófito	<i>Vicia sativa</i> L. ssp. <i>Sativa</i>	2,2	100,0	0,5	100,0

Quadro 9. Abundância média – nº de plantas m⁻² - (AM), frequência relativa - % - (FR) das espécies inventariadas na linha do olival em sequeiro e em regadio na primavera de 2011.

Tipo Fisionómico	Nome científico	SEQUEIRO		REGADIO	
		AM	FR	AM	FR
Terófito	<i>Anchusa undulata</i> L. spp. <i>undulata</i>	0,7	100,0	0,5	66,7
Terófito	<i>Avena sterilis</i> L.	3,8	100,0	1,6	100,0
Terófito	<i>Bromus hordeaceus</i> L. ssp. <i>hordeaceus</i>	3,8	100,0	1,5	100,0
Terófito	<i>Calendula arvensis</i> L.	2,1	100,0	3,1	100,0
Terófito	<i>Chamaemelum fuscum</i> (Brot.) Vasc.	2,6	100,0	13,3	100,0
Hemicriptófito	<i>Chicorium intybus</i> L.	3,3	100,0	2,6	100,0
Hemicriptófito	<i>Chondrilla juncea</i> L.	0,7	83,3	0,7	100,0
Terófito	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	1,5	100,0	3,1	100,0
Hemicriptófito	<i>Daucus carota</i> L. ssp. <i>maritimus</i> (Lam) Batt.	0,7	100,0	2,2	100,0
Terófito	<i>Erodium malacoides</i> (L.) L'Hér.	1,5	25,0	0,7	83,3
Terófito	<i>Galium aparine</i> L.	0,7	83,3	0,6	83,3
Terófito	<i>Geranium dissectum</i> L.	-	-	0,5	25,0
Terófito	<i>Lolium rigidum</i> Gaudin	4,9	100,0	3,1	100,0
Terófito	<i>Malva</i> sp.	-	-	0,5	25,0
Terófito	<i>Medicago polymorpha</i> L.	6,7	100,0	4,6	100,0
Geófito	<i>Oxalis pes-caprae</i> L.	-	-	2,6	100,0
Hemicriptófito	<i>Plantago lagopus</i> L.	8,1	100,0	1,4	100,0
Hemicriptófito	<i>Scolymus hispanicus</i> L.	0,5	50,0	0,5	66,7
Terófito	<i>Scorpiurus muricatus</i>	6,4	100,0	0,8	100,0
Terófito	<i>Senecio vulgaris</i> L.	0,7	100,0	2,6	100,0
Terófito	<i>Sinapsis arvensis</i> L.	1,6	83,3	0,7	100,0
Terófito	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	0,7	66,7	0,5	25,0
Terófito	<i>Vicia sativa</i> L. ssp. <i>Sativa</i>	2,6	100,0	0,7	100,0

4.3. Crescimento vegetativo

Não se observaram diferenças significativas no crescimento dos ramos, entre 30 de Julho e 19 de Novembro, para qualquer dos factores em estudo: rega, orientação dos ramos e data de observação (Quadros 10, 11 e 12). Este resultado pode ser explicado pela dotação de rega utilizada nas condições edáficas de Moura (Grattan *et al.*, 2006; Lavee *et al.*, 2007). A água fornecida às plantas da modalidade regada parece ter sido utilizada noutros recursos, designadamente para os frutos, pois a carga destas árvores foi muito superior (Quadro 14). De acordo com o trabalho de Correa-Tedesco *et al.* (2010), no ano em que árvores apresentaram um elevado número de frutos, o crescimento dos ramos foi reduzido. O crescimento ocorreu maioritariamente na Primavera, antes do início da rega. O crescimento médio anual na modalidade de sequeiro foi de 12,0 cm enquanto no tratamento de regadio foi de 11,1 cm (Quadro 12). A não ocorrência de um crescimento excessivo na modalidade de regadio é positiva, significando que a água aplicada está a ser utilizada na produção (Patumi *et al.*, 2002; Gómez-Rico *et al.*, 2007), objectivo principal do agricultor.

Quadro 10. Influência da rega no crescimento anual dos ramos¹ segundo a orientação.

Modalidade	Orientação	Comprimento (cm)
Sequeiro	S	12,76 (0,26)
	N	12,21 (0,10)
	O	11,96 (0,26)
	E	11,17 (0,21)
Regadio	S	12,87 (0,25)
	N	10,43 (0,29)
	O	10,36 (0,29)
	E	10,71 (0,21)

¹ Valores médios e erro padrão da média de 48 amostras.

Quadro 11. Influência da data de observação no crescimento anual dos ramos¹.

Data	Comprimento (cm)
30 de Julho	10,89 (0,27)
13 de Agosto	11,14 (0,27)
27 de Agosto	11,57 (0,28)
10 de Setembro	11,68 (0,28)
24 de Setembro	11,79 (0,27)
8 de Outubro	11,74 (0,28)
22 de Outubro	11,83 (0,28)
19 de Novembro	11,82 (0,27)

¹ Valores médios e erro padrão da média de 48 amostras.Quadro 12. Influência da rega no crescimento anual dos ramos¹.

Modalidade	Comprimento (cm)
Sequeiro	12,02 (0,23)
Regadio	11,09 (0,30)

¹ Valores médios e erro padrão da média de 288 amostras.

4.4. Produção

O peso das azeitonas, expresso como o peso de 50 frutos, aumenta com o decorrer do tempo, em ambas as modalidades (Figura 10). Comparando as duas modalidades, ao longo do tempo, o peso das azeitonas foi idêntico nas duas modalidades porém nas últimas duas datas houve um decréscimo do peso das azeitonas na modalidade de regadio. Isto pode dever-se à queda e à perda de humidade das azeitonas mais maduras do regadio provocada pelo aparecimento de gafa.

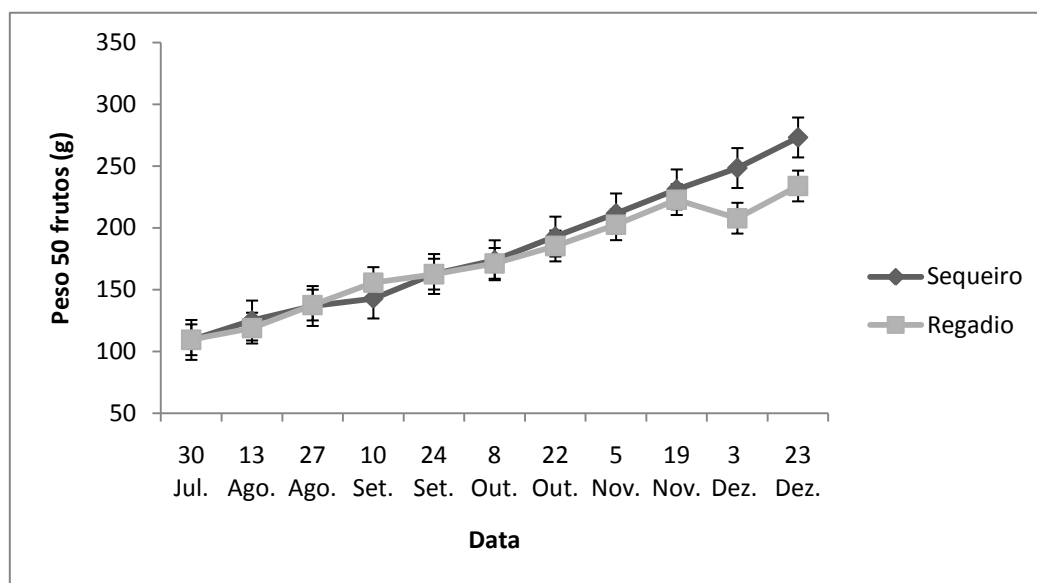


Figura 10. Evolução do peso dos frutos ao longo do tempo em sequeiro e em regadio.

A maturação, avaliada através do índice de maturação (Figura 11), foi mais prematura em condições de sequeiro do que em regadio, o mesmo foi verificado nos trabalhos de Ramos & Santos (2010) e Grattan *et al.* (2006). O facto de árvores de sequeiro apresentarem menor carga (Quadro 13) poderá favorecer a mais rápida maturação dos frutos desta modalidade. Inicialmente os valores do índice de maturação foram muito próximos mas, com o decorrer da mesma, os valores para o sequeiro superaram sempre os do regadio, excepto em 19 de Novembro, quando voltam a coincidir. Entre as datas 19 de Novembro e 3 de Dezembro não se observa evolução na maturação das árvores em regadio, talvez devido à forte incidência de gafa neste período (dados não apresentados).

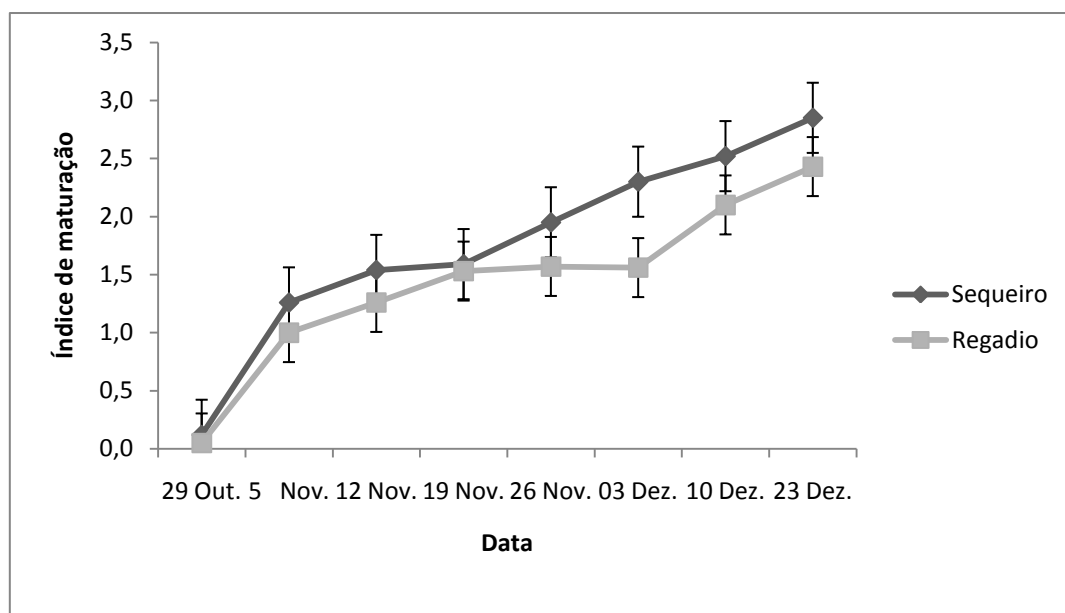


Figura 11. Evolução da maturação dos frutos ao longo do tempo em sequeiro e em regadio.

O rendimento sobre matéria húmida está muito relacionado com a humidade do fruto e pode ver-se afectado por qualquer factor climático que provoque alterações no mesmo, como chuvas ou geadas. O rendimento sobre matéria húmida foi sempre maior nas azeitonas provenientes da modalidade de sequeiro do que nas azeitonas derivadas de regadio, apesar das pequenas oscilações em ambos os casos (Figura 12). O mesmo se verificou para o rendimento sobre matéria seca (Figura 13). Os resultados obtidos por Iniesta *et al.* (2009) mostraram que árvores submetidas a maior regime hídrico (ETc máxima) originavam frutos com menor rendimento sobre matéria húmida e seca, quando comparado com frutos provenientes de árvores em rega deficitária (25% ETc máxima). De acordo com Hidalgo *et al.* (2008 a), que obtiveram resultados semelhantes, isto acontece porque os frutos provenientes de oliveiras regadas apresentam um maior teor de água no fruto e como foi um ano húmido a formação de azeite em sequeiro concluiu-se satisfatoriamente. Em anos com invernos e verões secos, o rendimento dos frutos apresenta diferenças mais marcadas entre as modalidades de sequeiro e regadio (Fernandes-Silva *et al.*, 2010).

Como seria de esperar as azeitonas provenientes da modalidade de regadio apresentaram maior teor de humidade embora na data da colheita essa diferença tenha sido muito ligeira (Figura 14). Este facto dever-se-á muito provavelmente à ocorrência de elevada precipitação nos dias anteriores à colheita.

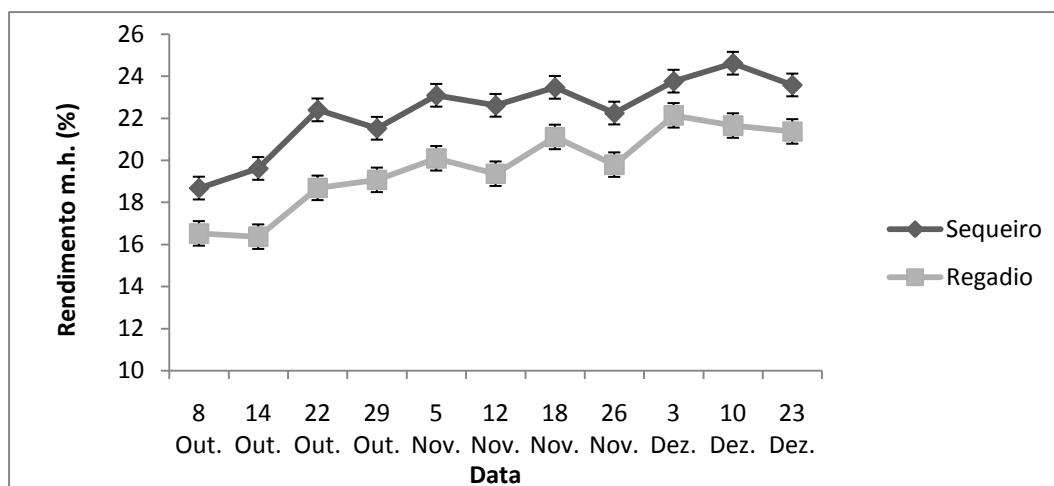


Figura 12. Evolução do rendimento sobre matéria húmida ao longo do tempo para as duas modalidades.

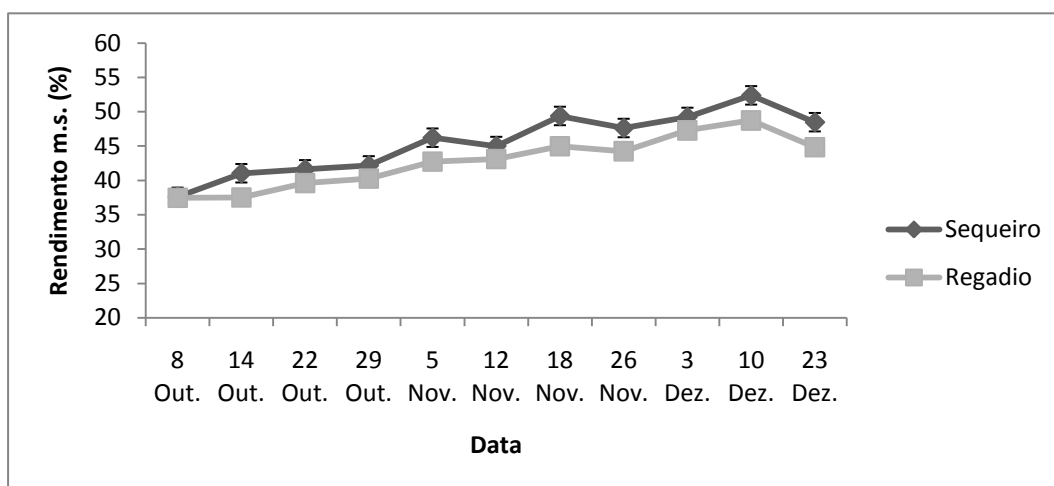


Figura 13. Evolução do rendimento sobre matéria seca ao longo do tempo para as duas modalidades.

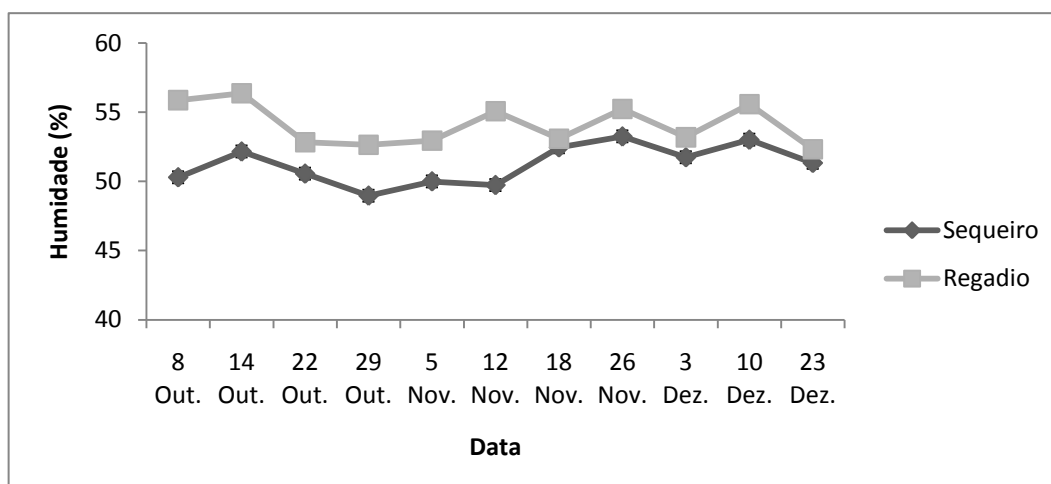


Figura 14. Evolução do teor de humidade nas azeitonas ao longo do tempo para as duas modalidades.

À colheita, o peso médio dos frutos, expresso como o peso médio de 50 azeitonas, foi significativamente superior no sequeiro (Quadro 13). O maior peso dos frutos na modalidade não regada pode ser explicado pelo menor número de drupas por árvore (Lavee & Wodner, 2004), ou seja menor carga. A carga média no sequeiro variou entre 50 e 250 drupas por árvore enquanto no regadio variou entre 100 e 500 drupas (Figura 15). Um aumento da quantidade de água de rega aplicada pode aumentar o tamanho dos frutos ao diminuir a competição entre o maior número de frutos desta modalidade (Gómez-Rico *et al.*, 2007; Iñiesta *et al.*, 2009). Em regadio, o número médio de frutos foi 236,4% superior ao número de frutos de sequeiro (Quadro 14).

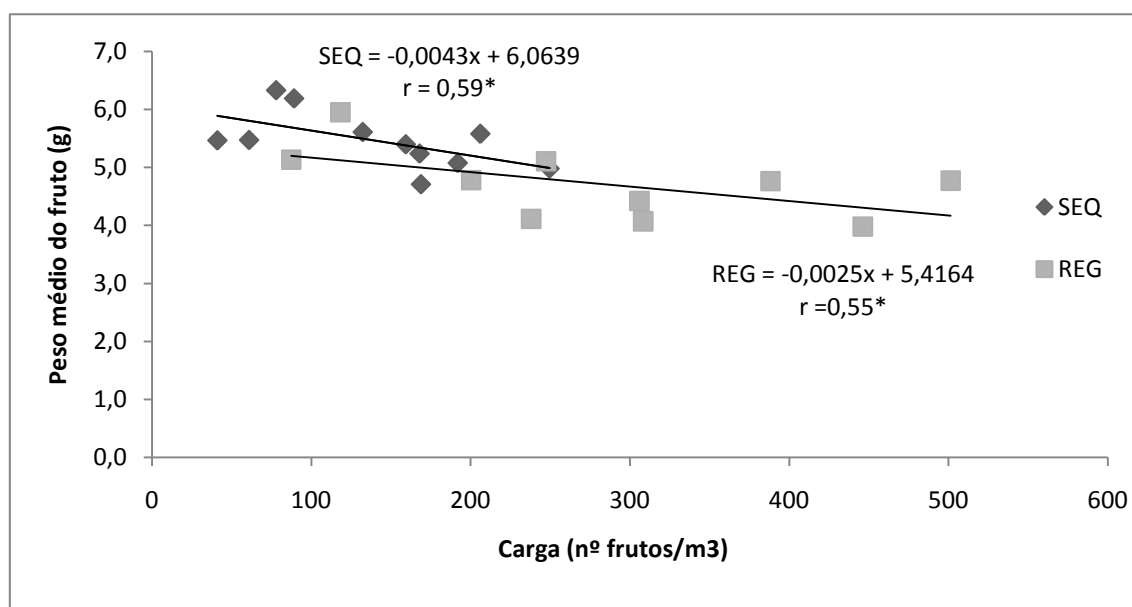


Figura 15. Influência da carga no peso médio do fruto nas duas modalidades.

Dado que o tamanho das árvores de ambas as modalidades, avaliado pelo volume de copa, ter sido semelhante (Quadro 14), a carga estimada para a modalidade de sequeiro poderá ser consequência de um menor número de flores por inflorescência e/ou a um menor vingamento e/ou menor densidade de área foliar, devido à carência de água (Ramos, 2000; Orgaz & Fereres, 2008; Palese *et al.*, 2010). No trabalho realizado por Palese *et al.* (2008), verificou-se que árvores regadas e em sequeiro apresentavam o mesmo nível de floração porém, devido ao stress hídrico ocorrido posteriormente, o número de frutos vingados na modalidade de sequeiro foi inferior.

O rendimento sobre matéria húmida, à data da colheita, também apresentou diferenças significativas entre as duas modalidades, verificando-se rendimentos superiores na modalidade de sequeiro (Quadro 13). Os mesmos resultados já tinham sido obtidos por Silvestri *et al.* (1999), Grattan *et al.* (2006) e Iñiesta *et al.* (2009).

No que respeita à produção, esta também mostra diferenças altamente significativas entre a modalidade de sequeiro e regadio. Na modalidade regada a produção mais que duplicou (Quadro 13). A menor produção da oliveira em condições de sequeiro deve-se a um mecanismo de adaptação à seca, em que a oliveira diminui significativamente o desempenho produtivo, em favor do crescimento do sistema radicular (Fernández *et al.*, 1991; Dichio *et al.*, 2002). Neste caso a menor produção de azeitonas em sequeiro deve-se principalmente ao menor número de frutos por árvore pois o peso dos frutos é superior nesta modalidade (Figura 16).

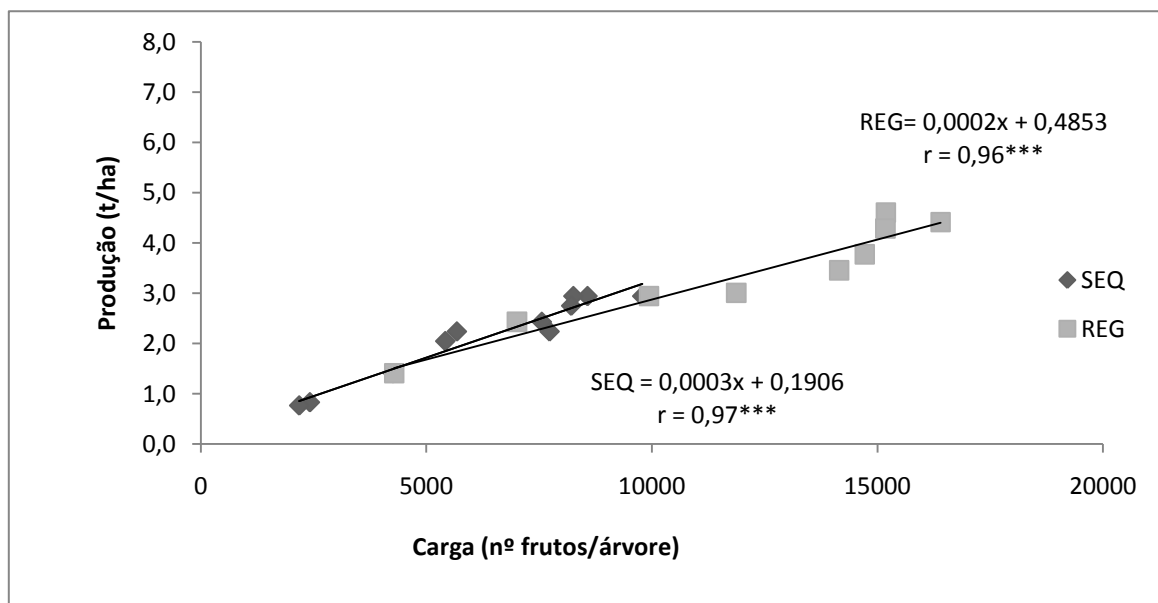


Figura 16. Influência da carga na produção nas duas modalidades.

Quadro 13. Influência da rega no peso médio da azeitona, produção e rendimento sobre matéria húmida à data da colheita (valores médios de 36 árvores).

Modalidade	Peso médio 50 azeitonas (g)¹	Produção (kg/árvore)¹	Rendimento sobre matéria húmida (%)¹
Sequeiro	271,5 (3,40) a	32,3 (3,40) a	23,6 (0,15) a
Regadio	241,1 (5,41) b	67,8 (5,00) b	21,4 (0,12) b
CV ² (%)	5,7	43,2	2,7

¹ Em cada coluna, letras diferentes na continuidade das médias indicam diferenças significativas pelo teste LSD. ² CV: Coeficiente de variação. Nota: Entre parênteses erro padrão da média.

Quadro 14. Número de frutos por árvore e volume de copa nas duas modalidades.

Modalidade	Carga (número de frutos por árvore)	Volume de copa (m³/árvore)
Sequeiro	5948 b	43,2
Regadio	14060 a	44,9

4.5. Qualidade do azeite

Em termos químicos os azeites analisados praticamente não variaram ao longo do tempo nem com a modalidade (Quadro 15). Na modalidade de regadio, a amostra de azeite colhida na última data apresentou um valor de índice de peróxidos substancialmente mais elevado em relação à da primeira data, porém esse valor está longe do limite (20) para que o azeite não seja considerado virgem-extra. No entanto, em termos organolépticos observaram-se variações consideráveis. Os valores dos atributos positivos, frutado, amargo e picante, tendem a diminuir com o decorrer da maturação. Todos os azeites obtidos e analisados foram considerados azeites virgem extra.

As características organolépticas dos azeites provenientes de sequeiro detinham melhores valores de frutado, amargo e picante, apresentando uma melhor classificação global. É de salientar o facto de o atributo amargo para a modalidade de sequeiro diminuir com o decorrer do tempo. Isto aconteceu porque a precipitação aumentou ao longo do tempo e, uma vez que o atributo amargo está directamente relacionado com a concentração de polifenóis totais no azeite e estes são solúveis em água, ao aumentar o teor de água no fruto estes diluem-se. Por sua vez, os azeites provenientes de regadio apresentaram em geral valores de amargo mais baixos do que os de sequeiro, devido ao maior teor em água dos frutos. Resultados idênticos obtiveram Salas *et al.* (1997), Patumi *et al.* (2002) e Gómez-Rico *et al.* (2007). No entanto para a última data estudada, o valor do atributo amargo foi inferior na modalidade de sequeiro, provavelmente devido à forte precipitação que ocorreu nos dias anteriores à colheita da amostra, o que provocou uma maior resposta destas árvores à presença de água no solo e que levou a uma menor concentração de polifenóis no azeite.

Quadro 15. Influência da rega nas características químicas e organolépticas do azeite ao longo do seu período de síntese.

Parâmetro qualitativo		5 Nov.		19 Nov.		3 Dez.		23 Dez.	
		Seq.	Reg.	Seq.	Reg.	Seq.	Reg.	Seq.	Reg.
Acidez (% de ácido oleico)		0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2
Índice de Peróxido (meq O ₂ /kg)		8,0	7,0	9,0	10,0	9,0	9,0	9,0	12,0
Análise espectrofotométrica	K232	1,8	1,7	1,7	1,7	1,5	1,5	1,5	1,5
	K270	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Análise sensorial	Frutado	5,9	4,1	5,2	4,3	5,0	3,9	4,5	3,2
	Amargo	4,7	2,6	4,4	3,0	3,1	2,1	1,5	3,0
	Picante	2,7	0,7	2,0	1,7	1,8	0,4	2,0	1,2

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A olivicultura encontra-se numa era de mudança, em especial na região do Alentejo, com a intensificação dos olivais, com o aparecimento de novas tecnologias agrícolas e a maior consciência por parte dos consumidores de que o azeite é um alimento saudável. Estes factores são muito distintos e requerem uma reflexão mais pormenorizada de cada interveniente.

Este trabalho teve como finalidade mostrar que a rega é uma prática essencial à oliveira e que com ela é possível o agricultor tirar maior partido da sua cultura, mesmo quando a sua aplicação é reduzida. Para tal é necessário que a gestão da rega seja bem executada, ao mesmo tempo que outros factores, como por exemplo, a gestão do solo.

Com este trabalho foi possível verificar que o crescimento vegetativo das árvores ocorre quase por completo na Primavera, mesmo em condições de regadio. O principal efeito da rega verificou-se na produção. Nas condições do estudo, a produção em regadio duplicou em comparação com o sequeiro. O facto de a rega aplicada apenas cobrir 10% da evapotranspiração da cultura poderá ter sido o factor responsável pelo menor peso dos frutos na modalidade de regadio. Em termos químicos nenhuma das modalidades afectou os azeites. Todavia, em termos organolépticos, há uma diminuição do valor dos atributos frutado, amargo e picante ao longo da maturação das azeitonas mais visível na modalidade de sequeiro. Comparando as duas modalidades, os azeites tiveram menores valores nos três atributos, frutado, amargo e picante em praticamente todas as datas na modalidade de regadio. Todos os azeites obtidos e analisados foram considerados azeites virgem extra.

A rega teve pouca influência nas espécies presentes no enrelvamento, estando quase todas elas presentes nas duas modalidades do estudo. O clima quente e seco desta região e o tipo e época de aplicação de herbicidas na linha condicionam o desenvolvimento e, possivelmente, a instalação de outras espécies no olival, designadamente as vivazes (geófitos). Concomitantemente, a diversidade florística do olival era reduzida e a maioria das espécies da vegetação de inverno-primavera eram terófitos. Estas constatações indicam a necessidade de melhorar o banco de sementes do solo por recurso a sementeira, designadamente espécies anuais de ciclo curto de poáceas e fabáceas.

Os resultados obtidos não deverão ser encarados como dados padrão, uma vez que representam apenas um caso prático de um agricultor desta região, para apenas um ano. O facto de o ano de 2010 ter sido um ano com uma elevada precipitação provavelmente diminuiu a influência da rega nos diversos parâmetros estudados.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcantára, C., Saavedra, M. (2005). Manejo de cubiertas de especies crucíferas en olivar. *XII Simposio Científico-Técnico EXPOLIVA 2005*. 12 y 13 de Mayo de 2005, Jaén, Espanha.
- Barralis, G. (1976). Méthode d'étude des groupements adventices des cultures annuelles: application à la Côte d'Or. *V^{ème} Coll. Int. Ecol. Biol. Mauvaise Herbes*, 1: 59-68.
- Beltrán, G., Uceda, M., Hermoso, M., Frías, L. (2008). Maduración. In: *El cultivo del olivo*. 6ª Edición. D. Barranco, R. Fernández-Escobar, L. Rallo. (Eds.). Ediciones Mundi-Prensa y Junta de Andalucía. Madrid, pp. 165-184.
- Berenguer, M.J., Voseen, P., Grattan, S., Connel, J., Polito, V. (2006). Tree irrigation levels for optimum chemical and sensory properties of olive oil. *Hortscience*, 41(2): 427-432.
- Casa do Azeite (2011). Disponível em: <http://www.casadoazeite.pt/DADOSSECTOR/consumo/tabid/95/Default.aspx>. Acesso em: 15 de Março de 2011.
- Castroviejo, S., Laínz, M., Lopes - González, G., Monserrat, P., Muñoz - Garmendia, F., Paiva, J. & Villar, L. (1986). Flora Ibérica, Plantas Vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Vol. I: Lycopodiaceae - Papaveraceae. Real Jardín Botánico, C.S.I.C., Madrid.
- Castroviejo, S., Laínz, M., Lopes - González, G., Monserrat, P., Muñoz - Garmendia, F., Paiva, J. & Villar, L. (1990). Flora Ibérica, Plantas Vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Vol. II: Plantanaceae - Plumbaginaceae (partim). Real Jardín Botánico, C.S.I.C., Madrid.
- Castroviejo, S., Aedo, C., Cirujano, S., Laínz, M., Monserrat, P., Morales, R., Muñoz-Garmendia, F., Navarro, C., Paiva, J. & Soriano, C. (1993a). Flora Ibérica, Plantas Vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Vol. III: Plumbaginaceae (partim) - - Capparaceae. Real Jardín Botánico, C.S.I.C., Madrid.
- Castroviejo, S., Aedo, C., Gómez - Campo, C., Laínz, M., Monserrat, P., Morales, R., Muñoz - Garmendia, F., Nieto - Feliner, G., Rico, E., Talavera, S. & Villar, L. (1993b) Flora Ibérica, Plantas Vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Vol. IV: Cruciferae - Monotropaceae. Real Jardín Botánico, C.S.I.C., Madrid.
- Civantos, L., Torres, J. (1981). Ensayos sobre sistemas de mantenimiento del suelo en olivar. *Itea*, 44: 38-43.
- Civantos, L., Contreras, R., Grana, R. (1992). Aspectos previos a la elaboración. In: *Obtención del aceite de oliva virgen*. 1ª Edición. L. Civantos, R. Contreras, G. Rosa (Eds.). Editorial Agrícola Española. Madrid, pp. 31-65.

- Civantos, L. (2008 a). Aspectos previos a la elaboración. In: *Obtención del aceite de oliva virgen*. 3ª Edición. L. Civantos (Ed.). Editorial Agrícola Española S.A. e Ministerio de Medio Ambiente e Medio Rural Marino, pp. 39-66.
- Civantos, L. (2008 b). La olivicultura en el mundo y en España. In: *El cultivo del olivo*. 6ª Edición. D. Barranco, R. Fernández-Escobar, L. Rallo. (Eds.). Ediciones Mundi-Prensa y Junta de Andalucía. Madrid, pp. 19-35.
- COI (2009). Conselho Oleícola Internacional. Disponível em: <http://www.internationaloliveoil.org/>. Acesso em: 13 de Fevereiro de 2011.
- Correa-Tedesco, G., Rousseaux, M. C., Searles, P. S. (2010). Plant growth and yield responses in olive (*Olea europaea*) to different irrigation levels in an arid region of Argentina. *Agriculture Water Management*, 97: 1829-1837.
- Dettori, S., Russo, G. (1993). Influencia del cultivar y del régimen hídrico sobre el volumen y la calidad del aceite de oliva. *Olivae*, 49: 36-43.
- Dichio, B., Romano, M., Nuzzo, V., Xiloyannis, C. (2002). Soil water availability and relationship between canopy and roots in young olive trees (cv Coratina). *Acta Horti*, 586: 255–258.
- Doorenbos, J., Pruitt, W. O. (1977). Guidelines for predicting crop water requirements. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 300 pp.
- DRAPAL (2010). Direcção Regional de Agricultura e Pescas do Alentejo. Acesso disponível em: http://www.drapal.min-agricultura.pt/producao/olivicultura/area_olival_alentejo.pdf. Acesso em: 15 de Fevereiro de 2011.
- Espírito - Santo, M. D. & Monteiro, A. (2009). *Infestantes das culturas agrícolas. Chaves de identificação*. Série Didáctica Herbologia 2 (Moreira I & Monteiro A, Coords). ISAPress, Lisboa. 97 pp.
- FAO (2008). Food and Agriculture Organization. Disponível em: <http://www.fao.org/>. Acesso em: 1 de Fevereiro de 2011.
- Fereres Castiel, E. (2005). Prólogo. In: *Cultivo del Olivo con Riego Localizado*. M. Pastor Muñoz-Cobo. (Ed.). Edições Mundi-Prensa e Junta de Andalucía. Madrid, pp. 11-12.
- Fereres, E., Pruitt, W. O., Beutel, J. A., Henderson, D. W., Holzapfel, E., Shulbach, H., Uriu, K. (1981). ET and drip irrigation scheduling. In: *Drip Irrigation Management*. Fereres, E. (Ed.) University of California. Div. of Agric. Sci. No. 21259. pp. 8-13.
- Fereres Castiel, E., Orgaz Rosúa, F., Muñoz-Cobo Pastor, M. (2005). Relaciones Suelo – Agua – Planta. In: *Cultivo del Olivo con Riego Localizado*. M. Pastor Muñoz-Cobo. (Ed.). Edições Mundi-Prensa e Junta de Andalucía. Madrid. pp. 51-60.
- Fernandes-Silva, A., Ferreira, T., Correia, C., Malheiro, A., Villalobos F. (2010). Influence of different irrigation regimes on crop yield and water use efficiency of olive. *Plant Soil*, 333: 35-47.

- Fernández, J.E., Moreno, F., Cabrera, F., Arrue, J.L., Martín-Aranda, J. (1991). Drip irrigation, soil characteristics and the root distribution and root activity of olive trees. *Plant Soil*, 133: 239–251.
- Ferreira, J. (1979). Explotaciones olivareras colaboradoras, nº 5. Ministerio de Agricultura, Madrid.
- Franco, J. A. (1971). *Nova Flora de Portugal (Continente e Açores)*. Vol. I. Sociedade Astória, Lisboa.
- Franco, J. A. (1984). *Nova Flora de Portugal (Continente e Açores)*. Vol. II. Sociedade Astória, Lisboa.
- Franco, J. A & Afonso, M.L.R. (1994–1998–2003). *Nova Flora de Portugal (Continente e Açores)*. Vol. III, Fascículos I, II e III. Escolar Editora, Lisboa.
- Girona, J. (2001). Estrategias de riego deficitario controlado en olivar. In: *Programación de Riegos en Olivar*. Serie Olivicultura y Elaiotecnica. Consejería de Agricultura y Pesca Junta de Andalucía. Sevilla. 41-57.
- Girona, J., Luna, M., Arbones, M., Mata, J., Rufat, J., Marsal, J. (2002). Young olive tree responses (*Olea europaea*, cv “Arbequina”) to different water supplies. Water function determination. *Acta Horticulturae*, 568: 277–280.
- Girona Gomis, J., Hidalgo Moya, J., Pastor Muñoz-Cobo, M. (2005). Riego deficitario controlado. In: *Cultivo del Olivo con Riego Localizado*. M. Pastor Muñoz-Cobo. (Ed.). Edições Mundi-Prensa e Junta de Andalucía. Madrid. pp. 139-163.
- Gómez-Rico, A., Desamparados Salvador, M., Moriana, A., Pérez, D., Olmedilla, N., Ribas, F., Fregapane, G. (2007). Influence of different irrigation strategies in a traditional Cornicabra cv. Olive orchard on virgin olive oil composition and quality. *Food chemistry*, 100: 568-578.
- Gómez, J., Sobrinho, T., Giráldez, J., Fereres, E. (2009). Soil management effects on runoff, erosion and soil properties in an olive grove of Southern Spain. *Soil and Tillage Research*, 102: 5-13.
- González Fernández, P., Ordóñez, R., Pastor, M. (2007). El sistema de cubierta en el olivar andaluz. Tipo y manejo. In: *Cubiertas vegetales en olivar*. A. Rodríguez Lizana, R. Ordóñez Fernández, J. Gil Ribes. (Eds.). Junta de Andalucía. pp. 17-29.
- González Sánchez, E. J., Gómez Ariza, M., Rodríguez Lizana, A., Alcántara Braña, C. (2007). El sistema de cubierta en el olivar andaluz. Tipo y manejo. In: *Cubiertas vegetales en olivar*. A. Rodríguez Lizana, R. Ordóñez Fernández, J. Gil Ribes. (Eds.). Junta de Andalucía. pp. 17-29.
- Gouveia, J. M. B., Saldanha, J. L. P., Martins, A. S., Sobral, V. (2002). *O azeite em Portugal*. Edições Inapa. Lisboa.

- Gouveia, J. (2011). A diferenciação dos azeites pelas variedades. *Simpósio - Encontro Ibérico do Azeite*. Abrantes.
- GPP (2007). Gabinete de Planeamento e Políticas. Olivicultura – Diagnóstico Sectorial. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas.
- Grattan, S. R., Berenguer, M. J., Connell, J. H., Polito, V. S., Vossen, P. M. (2006). Olive oil production as influenced by the different quantities of applied water. *Agriculture Water Management*, 85: 133-140.
- Greven, M., Neal, S., Green, S., Dichio, B., Clothier, B. (2009). The effects of drought on the water use, fruit development and oil yield from young olive trees. *Agriculture Water Management*, 96: 1525-1531.
- Gucci, R., Servili, M., Esposto, S. (2004). Oil quality of olive cv 'Leccino' grown under irrigation of dry-farmer conditions. *Acta Hort.* 664: 297-302.
- Hermoso, M., Uceda, M., Frías, L., Beltrán, G. (1997). Maduración. In: *El cultivo del olivo*. 2ª Edición. D. Barranco, R. Fernández-Escobar, L. Rallo. (Eds.). Ediciones Mundi-Prensa y Junta de Andalucía. Madrid.
- Hidalgo, J., Veja, V., Hidalgo, J. C. (2008 a). Influencia del riego sobre la calidad de aceite. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Centro "Alameda del Obispo". Córdoba. Disponível em: <http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/web/ifapa/productos/publicacionesyatentes/publicacionpatente/bc5dc81c-1d70-11e0-9654-c5d9efb4b7b6>. Acesso em: 6 de Fevereiro de 2010.
- Hidalgo, J., Veja, V., Orgaz, F., Pastor, M. (2008 b). Ensayos de estrategias de riego deficitario en Olivares adultos de la provincia de Jaén. Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía. Disponível em: <http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/web/ifapa/productos/publicacionesypatentes/publicacionpatente/ba35426c-1d70-11e0-9654-c5d9efb4b7b6>. Acesso em: 6 de Fevereiro de 2010.
- Humanes, J., Herruzo, B., Porras, A. (1980). Recolección de aceitunas: hacia una mecanización integral. *Olea*, 16: 85.
- INE (2009). Instituto Nacional de Estatística. Disponível em: http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_princindic&contexto=pi&selTab=tab0. Acesso em: 7 de Fevereiro de 2010.
- Iniesta, F., Testi, L., Orgaz, F., Villalobos, F. J. (2009). The effects of regulated and continuous deficit irrigation on the water use, growth and yield of olive trees. *European Journal of Agronomy*, 30: 258-265.
- Ismail, A.S., Stravroulakis, G., Metzidakis, J. (1999). Effect of irrigation on the quality characteristics of the organic olive oil. *Acta Hort.* 474: 687-690.

- Jiménez Herrera, B., Crapio Dueñas, A. (2008). *La cata de aceites. Aceite de oliva virgen. Características organolépticas y análisis sensorial*. Junta de Andalucía. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Sevilla. 145 pp.
- Kiritsakis, A.K. (1992). Capítulo 3 - *El aceite de oliva*. A. Madrid Vicente. Ediciones Madrid, pp. 31-43.
- Lavee, S., Nashef, M., Wodner, M., Harshemesh, H. (1990). The effect of complementary irrigation added to old trees (*Olea europaea* L.) cv 'Souri' on fruit characteristics, yield and oil production. *Advances in Horticulture Science*, 4: 135–138.
- Lavee, S., Wodner, M. (2004). The effect of yield, harvest time and fruit size on the oil content in fruits of irrigated olive trees (*Olea europaea*), cvs. Barnea and Manzanillo. *Sci. Hortic*, 99: 267–277.
- Lavee, S., Hanoch, E., Wodner, E., Abramowitch, H. (2007). The effect of predetermined deficit irrigation on the performance of cv. Muhasan olives (*Olea europaea* L.) in the eastern coastal plain of Israel. *Scientia Horticulturae*, 112: 156-163.
- López-Villalta, L. (2009). La maduración de las aceitunas. In: *Algunas contribuciones sobre olivicultura y elaiotecnía desde la perspectiva de la experiencia*. 2ª Edición. Vilar Hernández, J. (Coordinador). GEA Westfalia Separator. Úbeda, pp. 121-136.
- Maillet, J. (1981). Evolution de la flore adventice dans le Montpellierais sous la pression des techniques culturales. *Thèse de 3^{ème} cycle*, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier. 200 pp.
- Martínez Raya, A., Francia, J. R., Marínez Vilela, A. (2007). Introducción a la agricultura de conservación en olivar. Evaluación del comportamiento de los sistemas de manejo de suelos. In: *Cubiertas vegetales en olivar*. A. Rodríguez Lizana, R. Ordóñez Fernández, J. Gil Ribes. (Eds.). Junta de Andalucía. pp. 7-16.
- Moreira, I., Vasconcelos, T., Caixinhas, L. & Espírito-Santo, D. (2000). *Ervas daninhas das vinhas e pomares*. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Direcção Geral de Protecção das Culturas. Instituto Superior de Agronomia. 2ª edição. Oeiras.
- Moriana, A., Pérez-López, D., Gómez-Rico, A., Desamparados Salvador, M., Olmedilla, N., Ribas, F., Fregapane, G. (2007). Irrigation scheduling for traditional, low-density olive orchards: Water relations and influence on oil characteristics. *Agriculture Water Management*, 87: 171-179.
- Orgaz Rosúa, F., Villalobos Martín, F., Testi, L., Pastor Muñoz-Cobo, M., Hidalgo Moya, J. C., Fereres Castiel, E. (2005). Programación de riegos en plantaciones de olivar. Metodología para el cálculo de las necesidades de agua de riego en el olivar regado por goteo. In: *Cultivo del Olivo con Riego Localizado*. M. Pastor Muñoz-Cobo. (Ed.). Edições Mundi-Prensa e Junta de Andalucía. Madrid, pp. 63-81.

- Orgaz, F., Fereres, E. (2008). Riego. In: *El cultivo del olivo*. Barranco, D., Fernández-Escobar, R., Rallo, L. (Eds.). Ediciones Mundi-Prensa y Junta de Andalucía. Madrid, pp. 337-362.
- Pacheco, A. (2009). Vegetação espontânea de oliveiras intensivas no Baixo Alentejo. *Dissertação de Mestrado*. Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.
- Palese, A., Nuzzo, V., Favati, F., Pietrafesa, A., Celano, J., Xiloyannis, C. (2010). Effects of water deficit on the vegetative response, yield and oil quality of olive trees (*Olea europaea* L., cv Corantina) grown under intensive cultivation. *Scientia Horticulturae*, 125: 222-229.
- Pastor, M. (1991). *Estudio de diversos métodos de manejo del suelo alternativos al laboreo en el cultivo del olivo*. Ed. Instituto de Estudios Gienenses. Diputación Provincial de Jaén.
- Pastor Muñoz-Cobo, M. (2005 a). Ciclo anual del olivo y sensibilidad al déficit hídrico. In: *Cultivo del Olivo con Riego Localizado*. M. Pastor Muñoz-Cobo. (Ed.). Edições Mundi-Prensa e Junta de Andalucía. Madrid, pp. 63-81.
- Pastor Muñoz-Cobo, M. (2005 b). Mantenimiento del suelo en olivar de regadío: Manejo del suelo u herbicidas. In: *Cultivo del Olivo con Riego Localizado*. M. Pastor Muñoz-Cobo. (Ed.). Edições Mundi-Prensa e Junta de Andalucía. Madrid, pp. 591-623.
- Pastor, M., Castro, J., Humanes, M. D., Saavedra, M. (1997). *La erosión y el olivar: cultivo con cubierta vegetal*. Junta de Andalucía. Sevilla, pp. 5-24.
- Pastor, M., Orgaz, F., Vega, V., Hidalgo, J., Castro, J. (1998). Programación de riego. In: *Programación del riego y de la fertilización en olivares de la provincia de Jaén*. M. Pastor, F. Orgaz, V. Vega, J. Hidalgo, J. Castro, J. Nieto, J. Aguilar, E. Fernández, J. Morales, L. Soria. Junta de Andalucía. Sevilla, pp. 11-32.
- Pastor, M., Castro, J., Mariscal, M. J., Vega, V., Orgaz, F., Fereres, E., Hidalgo, J. (1999). Repuesta del olivar tradicional a diferentes estrategias y dosis de água de riego. *Investigación Agrícola*, 14: 393–404.
- Pastor Muñoz-Cobo, M., Vega Macías, V., Hidalgo Moya, J., Girona Gomis, J. (2005). Influencia del riego sobre la calidad del aceite y sobre el comportamiento de la aceituna en el proceso industrial de extracción. In: *Cultivo del Olivo con Riego Localizado*. M. Pastor Muñoz-Cobo. (Ed.). Edições Mundi-Prensa e Junta de Andalucía. Madrid, pp. 167-184.
- Patumi, M., d'Andria, R., Marsilio, V., Fontanazza, G., Morelli, G., Lanza, B. (2002). Olive and olive oil quality after intensive monocone olive growing (*Olea europaea* L., cv. Kalamata) in different irrigation regimes. *Food Chemistry*, 77: 27-34.
- Portugal, J. M., Vasconcelos, T. & Moreira, I. (2000). *Flora infestante da cultura do tomate*. Escola Superior Agrária de Beja.

- Rallo, L., Cuevas, J. (2008). Fructificación y producción. In: *El cultivo del olivo*. Barranco, D., Fernández-Escobar, R., Rallo, L. (Eds.). Ediciones Mundi-Prensa y Junta de Andalucía. Madrid, pp 127-162.
- Ramos, A. (2000). Inducción floral y latencia de las yemas del olivo (*Olea europaea* L.). Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba. Córdoba.
- Ramos, A. F., Santos, F. L. (2010). Yield and olive oil characteristics of low density orchard (cv. Cordovil) subjected to different irrigation regimes. *Agriculture water management*, 97: 363-373.
- Rapoport, H.F. (2008). Botánica y morfología. In: *El cultivo del olivo*. 6ª Edición. D. Barranco, R. Fernández-Escobar, L. Rallo. (Eds.). Ediciones Mundi-Prensa y Junta de Andalucía. Madrid, pp. 39-62.
- Rivas-Martínez, S. (2007). Worldwide Bioclimatic Classification System. Disponível em: <http://www.globalbioclimatics.org>. Acesso em: 12 de Abril de 2011.
- Rodríguez, E., González, B., Campos, M. (2009). Effects of cereal cover crops on the main insect pests in Spanish olive orchards. *Journal of Pest Science*, 82: 179-185.
- Rodríguez-Lizana, A., Ordoñez, Fernández, R., Gonzzález Sanchez, E. J. (2004). Agricultura de conservación en cultivos leñosos (Olivar): cubiertas vegetales. Cualidades y tipos principales. In: *Técnicas de Agricultura de Conservación*. J. A., Gil-Ribes, G. L., Blanco-Roldán, A., Rodríguez-Lizana (Eds), EUMEDIA. Madrid. pp. 113-124.
- Saavedra, M. M., Pastor, M. (2002). *Sistemas de cultivo en olivar – Manejo de Malas Hierbas y Herbicidas*. Editorial Agrícola Española, S. A., 429 pp.
- SAGRA net. Disponível em: http://www.cotr.pt/sagranet/sagranet_entrada.asp. Acesso em: 20 de Fevereiro de 2011.
- Salas, J., Pastor, M., Castro, J., Vega, V. (1997). Influencia del riego sobre la composición y características organolépticas del aceite de oliva. *Grasas y Aceites*, 48 (2): 74-82.
- Santos, F., Valverde, P., Ramos, A., Reis, J., Castanheira, N. (2007). Water use and response of a dry-farmed olive orchard recently converted to irrigation. *Biosystems Engineering*. 98: 102-1114.
- Santos, F. (2008). Influência da rega e do controlo fitossanitário na produtividade e qualidade do azeite de olivais tradicionais da margem esquerda do Guadiana. *Relatório Final do Projecto nº 728*. Programa AGRO, Medida 8, Acção 8.1.
- Silvestri, E., Bazzanti, N., Toma, M., Cantini, C. (1999). Effect of training system, irrigation and round cover on olive crop performance. *Acta Hortic.* 474: 173–175.
- Tognetti, R., Andria, R., Lavini, A., Morelli, G. (2006). The effect of deficit irrigation on crop yield and vegetative development of *Olea europaea* L. (cvs. Frantoio and Leccino). *European Journal of Agronomy*, 25: 365-364.
- Tombesi, A. (1994). Olive fruit growth and metabolism. *Acta Horticulturae*, 356.

- Tombesi, A., Tombesi, S., Saavedra, M.M.S., Ferbández-Escobar, R., d'Andria, R., Lavini, A., Jardak, T. (2007). Plantación del olivar. In: *Técnicas de producción en olivicultura*. Consejo Oleícola Internacional. Madrid, pp. 17-40.
- Tovar, M. J., Romero, M. P., Alegre, S., Girona, J., Montilva, M.J. (2002). Composition and organoleptic characteristics of oil from Arbequina olive (*Olea europaea* L.) trees under deficit irrigation. *J. Sci. Food Agric*, 8: 1755-1763.
- Tutin, T.S., Keywood, V.H., Bueges, N.A., Moore, D.R., Valentine, D.H., Walters, S.M. & Webb, D.A. (1964-1980). *Flora Europaea*. Volumes I-V. Cambridge Univ. Press.
- Uceda, M., Hermoso, M., Aguilera, M. P. (2008). La calidad del aceite de oliva. In: *El cultivo del olivo*. Barranco, D., Fernández-Escobar, R., Rallo, L. (Eds.). Ediciones Mundi-Prensa y Junta de Andalucía. Madrid, pp. 699-727.
- Valdés, B., Talavera, S. & Fernández-Galiano, E. (1987). *Flora Vascular de Andalucía Occidental*. Volumes 1, 2, e 3. Ketres Editora. Barcelona.
- Vasconcellos, J.C. (1969). *Noções de Morfologia externa das plantas superiores*. 3ª ed. Direcção Geral dos Serviços Agrícolas, Lisboa. 227 pp.
- Vasconcellos, J.C. (2000). *Infestantes das searas. Chaves dicotómicas para a sua determinação antes da floração*. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Direcção Geral de Protecção das Culturas. Instituto Superior de Agronomia. 2ª edição, Oeiras.
- Vasconcelos, M.T., Portugal, J.M. & Moreira, I. (2000). Flora infestante das culturas de sequeiro do Alentejo. Escola Superior Agrária de Beja.
- Vega, V., Hidalgo, J., Hidalgo, J. C. (2009) Riego y fertirrigación del olivar. In: *Algunas contribuciones sobre olivicultura y elaiotecnía desde la perspectiva de la experiencia*. 2ª Edición. Vilar Hernández, J. (Coordinador). GEA Westfalia Separator. Úbeda, pp. 57-87.
- Vilar Hernández, J. & Velasco Gámez, M.M. (2009) Incidencia del sistema de explotación del olivo sobre la renta neta del productor. Estrategias para el olivar tradicional en el contexto de la ausencia de ayudas. In: *Algunas contribuciones sobre olivicultura y elaiotecnía desde la perspectiva de la experiencia*. 2ª Edición. Vilar Hernández, J. (Coordinador). GEA Westfalia Separator. Úbeda, pp. 279-303.
- Vilar Hernández, J., Velasco Gámez, M.M., Puentes, R. (2009). Análisis del sector oleícola internacional. In: *El olivar tradicional giennense*. Fundación Caja Rural de Jaén, pp. 97-148.

